МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МАШИНАМ, ПРИБОРАМ И ДРУГИМ ТЕХНИЧЕСКИМ ИЗДЕЛИЯМ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА ИХ СЛОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЧАСТИ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ

Издание официальное



БЗ 4—98/722

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
Минск

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Техническим комитетом по стандартизации ТК 341 «Внешние воздействия»

ВНЕСЕН Госстандартом России

РАЗРАБОТЧИКИ

М.Л. Оржаховский (руководитель); Ю.К. Амбриашвили, д-р техн. наук; А.П. Бурмистрова; В.А. Захаров; В.В. Пискарев, канд. техн. наук; В.Н. Покровский; Г.Н. Схабюк; И.А. Шаповал

2 ПРИНЯТ Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 13—98 от 23 мая 1998 г.)

За принятие проголосовали:

Наименование государства	Наименование национального органа по стандартизации
Азербайджанская Республика	Азгосстандарт
Республика Армения	Армгосстандарт
Республика Беларусь	Госстандарт Беларуси
Грузия	Грузстандарт
Республика Казахстан	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизская Республика	Киргизстандарт
Республика Молдова	Молдовастандарт
Российская Федерация	Госстандарт России
Республика Таджикистан	Таджикгосстандарт
Туркменистан	Главная государственная инспекция Туркменистана
Республика Узбекистан	Узгосстандарт
Украина	Госстандарт Украины

3 Стандарт соответствует международным стандартам МЭК 721-2-6:1990 «Классификация внешних условий. Часть 2. Природные внешние условия. Глава 6. Вибрация и удары землетрясений» и МЭК 68-3-3:1991 «Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 3. Руководство. Глава 3. Методы сейсмических испытаний для оборудования»

4 Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 11 декабря 1998 г. № 442 межгосударственный стандарт ГОСТ 30546.1—98 введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации с 1 июля 1999 г.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 1999

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Госстандарта России

Содержание

Введение IV
1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Определения 2
4 Общие требования 3
5 Расчетно-экспериментальная оценка изделий на соответствие требованиям по сейсмостойкости 6
Приложение А Вероятность появления значений ускорений сейсмических воздействий (по данным [3]) 9
Приложение Б Нормированные воздействия землетрясений для разных грунтовых условий 11
Приложение В Изменение нормированных и расчетных сейсмических ускорений, воздействующих на изделие, при несовпадении заданных и нормированных в нормативных документах повторяемостей землетрясений 13
Приложение Г Типовые формулировки в стандартах и технических условиях на изделия требований по сейсмостойкости 14
Приложение Д Библиография 14

Введение

Настоящий стандарт устанавливает классификацию технических изделий и уровни сейсмических нагрузок, воздействующих как внешние факторы на технические изделия при землетрясениях, в зависимости от интенсивности землетрясений и места размещения изделий. Стандарт устанавливает также основные положения, относящиеся к расчету сложных конструкций и расчетно-экспериментальной оценке сейсмостойкости технических изделий на стадиях их разработки и производства.

Стандарт содержит данные как по обобщенным сейсмическим нагрузкам для изделий, так и по нагрузкам, дифференцированным для различных грунтовых условий и расчетных повторяемостей землетрясений, а также вопросы вероятности появления сейсмических нагрузок. Требования стандарта могут быть использованы как для нового проектирования (в том числе для увязки вероятности появления нагрузок с вероятностью безотказной работы изделий), так и для работ по сертификации сейсмической безопасности изделий, ранее установленных на месте их эксплуатации.

Настоящий стандарт является частью комплекса стандартов, устанавливающих требования сейсмостойкости технических изделий.

Комплекс состоит из следующих стандартов:

ГОСТ 30546.1—98 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости.

ГОСТ 30546.2—98 Испытания на сейсмостойкость машин, приборов и других технических изделий. Общие положения и методы испытаний.

ГОСТ 30546.3—98 Методы определения сейсмостойкости машин, приборов и других технических изделий, установленных на месте эксплуатации, при их аттестации или сертификации на сейсмическую безопасность.

Настоящий стандарт соответствует международному стандарту МЭК 721-2-6:1990 «Классификация внешних условий. Часть 2. Природные внешние условия. Глава 6. Вибрация и удары землетрясений».

Однако этот стандарт недостаточно конкретен, а также содержит неточности в части значений сейсмических нагрузок и районирования территории стран СНГ по сейсмостойкости.

Поэтому полная гармонизация ГОСТ 30546.1—98 с указанным стандартом МЭК невозможна.

Международный стандарт МЭК 721 состоит из следующих частей под общим названием «Классификация внешних условий»:

- Часть 1. Внешние параметры и их жесткости.
- Часть 2. Природные внешние условия.
- Часть 3. Классификация групп внешних параметров и их жесткостей.

При этом стандарты МЭК 721-2 содержат, как правило, только описательную основополагающую информацию об объекте стандартизации (качественную и количественную).

Соответственно, МЭК 721-2-6 содержит сравнительно элементарное общее описание воздействия землетрясений на оборудование, схематическую карту районирования землетрясений на Земном шаре, справочную таблицу соотношений между уровнями интенсивности землетрясений по модифицированной шкале Меркали и шкале Рихтера. Карта содержит ряд существенных неточностей в части территории бывшего СССР; сравнительная таблица менее точна, чем соответствующая таблица шкалы MSK—64 [1]. Из-за указанных неточностей, а также из-за того, что построение и назначение этого стандарта МЭК не соответствует целям настоящего стандарта, невозможна полная гармонизация настоящего стандарта с МЭК 721-2-6.

Вопросы сейсмостойкости в системе международной стандартизации МЭК содержатся также в МЭК 68-3-3:1991 «Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 3. Руководство. Глава 3. Методы сейсмических испытаний для оборудования». Этот стандарт МЭК содержит руководство по выбору многочисленных методов и норм испытаний, однако имеет также много неточностей и противоречий (в том числе с МЭК 721-2-6). Кроме того, этот стандарт МЭК содержит не только руководство по испытаниям, но и фактически отдельные требования к сейсмостойкому оборудованию, однако по форме изложения не может быть использован для целей настоящего стандарта.

к ГОСТ 30546.1—98 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости

В каком месте	Напечатано	Должно быть
Приложение Ж. Библиография. Позиция [8]	СНиП II-7-81 «Строительные нормы и правила. Часть II. Нормы проектирования. Глава 7. Строительство в сейсмических районах»	СНиП II-7-81 «Строительные нормы и правила. Часть II. Нормы проектирования. Глава 7. Строительство в сейсмических районах». Издание 2002 г.

См. изменение № 1, ИУС № 4—2005

Пункт 4.5	допускается вместо требований по рисункам 1 и 2 руководствоваться данными для разных грунтовых условий по приложению Б	в дополнение к требованиям по рисункам 1 и 2 следует руководствоваться данными для разных грунтовых условий по СНиП II-7-81

(ИУС № 12 2006 г.)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МАШИНАМ, ПРИБОРАМ И ДРУГИМ ТЕХНИЧЕСКИМ ИЗДЕЛИЯМ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА ИХ СЛОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЧАСТИ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ

General requirements for machines, instruments and other industrial products and calculation methods for their complex structures as to seismic stability

Дата введения 1999—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на все виды стационарных и стационарных перевозимых машин, приборов и других технических изделий, а также на подъемные краны и оборудование для них (далее — изделия). К другим передвижным, а также перемещаемым нестационарным изделиям требования настоящего стандарта предъявляют при наличии специального технического обоснования.

Стандарт не распространяется на технические средства систем управления технологическими процессами атомных станций.

Стандарт устанавливает требования по стойкости изделий к воздействию землетрясений (сейсмостойкости) — уровни сейсмических нагрузок и основные требования к расчетно-экспериментальной оценке сейсмостойкости изделий на стадиях их разработки и производства.

Все требования настоящего стандарта являются обязательными (за исключением требований, установленных как рекомендуемые или допускаемые) как относящиеся к требованиям безопасности.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 20.57.406—81 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний

ГОСТ 15150—69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 16962.2—90 Изделия электротехнические. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 17516.1—90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 24346—80 Вибрация. Термины и определения

ГОСТ 30546.2—98 Испытания на сейсмостойкость машин, приборов и других технических изделий. Общие положения и методы испытаний

ГОСТ 30546.3—98 Методы определения сейсмостойкости машин, приборов и других технических изделий, установленных на месте эксплуатации, при их аттестации или сертификации на сейсмическую безопасность

ГОСТ 30631—99[1)] Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации

СНиП II—7—81 Строительные нормы и правила. Часть II. Нормы проектирования. Глава 7. Строительство в сейсмических районах

[1)] Предполагаемый срок введения стандарта в действие — 01.01.2000.

Издание официальное

3 Определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **Акселерограмма землетрясения** — зависимость от времени абсолютного ускорения данной точки поверхности земли (или места крепления изделия), возникающего в результате землетрясения (ГОСТ 17516.1).

3.2 **Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) конструкции** — зависимость от частоты коэффициента усиления колебаний контрольной точки конструкции изделия относительно колебаний его основания в установившемся режиме колебаний.

3.3 **Встроенный элемент** — по ГОСТ 15150.

3.4 **Граница виброустойчивости (ГВУ)** — зависимость от частоты наибольших значений максимальных амплитуд вибрационных ускорений, при которых еще не происходит нарушения работоспособности изделия.

3.5 **Жесткая часть акселерограммы** — часть акселерограммы от момента, когда значение ускорения впервые возрастает до 25 % максимального уровня, до момента, когда значение ускорения последний раз убывает до 25 % указанного уровня.

3.6 **Жесткая часть спектра ответа** — часть спектра, для которого ответное ускорение превышает ускорение, имеющееся на уровне минус 3 дБ от максимального значения требуемого спектра ответа.

3.7 **Комплектное изделие** — по ГОСТ 15150.

3.8 **Критическая функциональная частота** — частота, при которой на функционально-частотной характеристике наблюдается максимум ухудшения измеряемого параметра изделия на величину, в два и более раза превышающую средние квадратические показатели погрешности измерения данного параметра.

3.9 **Нулевая отметка** — высота расположения нижней плоскости фундамента здания.

3.10 **Передвижное изделие** — изделие, эксплуатируемое при выполнении им основных функций с использованием движения.

Примечание — Передвижные изделия и (или) оборудование для них могут быть работающими или не работающими в движении.

3.11 **Перемещаемое (переносное, перевозимое) нестационарное изделие** — изделие, часто перемещаемое с места на место без специальной упаковки, не монтируемое постоянно на каком-либо фундаменте и не размещаемое на одном фиксированном месте, причем общая продолжительность перемещений может составлять заметную долю срока службы. При этом перемещение не служит для выполнения изделием его основных функций.

3.12 **Резонанс конструкции** — явление увеличения амплитуды вынужденных колебаний конструкции изделия в два раза и более при постоянном внешнем воздействии, возникающее на частотах вибрационных нагрузок, близких к частоте собственных колебаний изделия (ГОСТ 20.57.406).

3.13 **Спектр ответа** — совокупность абсолютных значений максимальных ответных ускорений линейно-упругой системы с одной степенью свободы (осциллятора) при заданном акселерограммой воздействии, определенных в зависимости от собственной частоты и параметра демпфирования осциллятора (ГОСТ 17516.1).

3.14 **Спектр воздействия** — совокупность абсолютных значений максимальных амплитуд при соответствующих частотах синусоидальной вибрации, воздействующих на изделие.

Примечание — Спектр воздействия выражают в форме зависимости между максимальной амплитудой синусоидальной вибрации и частотой.

3.15 **Спектр воздействия землетрясения** — спектр воздействия, полученный на основе спектров ответа землетрясения.

3.16 **Стационарное изделие** — изделие, предназначенное для эксплуатации без перемещения его относительно места крепления на земле и в земле.

3.17 **Стационарное перевозимое изделие** — изделие, эксплуатируемое при выполнении им основных функций как стационарное, но которое в течение срока службы может один или несколько раз быть перевезено на новое место установки.

Примечание — Примером стационарных перевозимых изделий является буровая установка и оборудование для нее.

3.18 **Фазочастотная характеристика (ФЧХ) конструкции** — зависимость от частоты фазового сдвига колебаний контрольной точки конструкции изделия относительно колебаний его основания в установившемся режиме колебаний.

3.19 **Форма колебаний** — по ГОСТ 24346.

3.20 **Функционально-частотная характеристика (ФнЧХ) изделия** — зависимость значения проверяемого параметра изделия от частоты возбуждения синусоидальной вибрации с постоянной амплитудой ускорения.

3.21 **Частотно-механическая характеристика (ЧМХ) конструкции** — комплексная характеристика механической конструкции изделия, модуль которой является амплитудно-частотной характеристикой, а аргумент — фазочастотной характеристикой конструкции.

3.22 **Сертификация сейсмической безопасности изделий** — определение соответствия конкретных изделий требованиям по сейсмостойкости, проводимое независимым от изготовителя и потребителя органом.

4 Общие требования

4.1 При предъявлении к изделиям требований по стойкости к воздействию землетрясений (сейсмостойкости) исходят из интенсивности землетрясения и уровня установки изделий над нулевой отметкой (далее — уровень установки). Эти требования соответствуют требованиям по стойкости [устойчивости и (или) прочности] к синусоидальной вибрации в течение 1 мин. В качестве нормированных воздействий землетрясений принимают требования 4.2.

Сейсмические воздействия считают приложенными к изделию в местах его крепления, если в пунктах настоящего стандарта нет иных требований.

Примечание — Учитывая нормируемую продолжительность воздействия землетрясения 1 мин, соответствие требованиям 4.1 подтверждают испытаниями на виброустойчивость по ГОСТ 30546.2 (допускается по ГОСТ 16962.2) или в соответствии с требованиями по разделу 5 настоящего стандарта.

4.2 Для изделий, устанавливаемых непосредственно на строительных конструкциях (например, стенах, потолках, фундаментах, перекрытиях, колоннах, фермах), требования по максимальным амплитудам ускорений в горизонтальных направлениях и соответствующие частоты (спектр) синусоидальной вибрации определяют по рисунку 1, полученному на основе обобщенного спектра ответа (рисунок 2). Значения максимальных амплитуд ускорений в вертикальном направлении устанавливают равными 0,7 значений для горизонтальных направлений.

Для изделий, устанавливаемых на уровнях установки, промежуточных между указанными на рисунке 1, значения максимальных амплитуд ускорения допускается определять методом линейной интерполяции.

Примечание — Вероятность появления значений ускорений, установленных на рисунках 1 и 2, рассмотрена в приложении А.

4.3 Если в результате специальных изысканий и исследований, проводимых проектировщиком конкретного объекта, установлено, что для этого объекта максимальные значения ускорений в спектре ответа превышают указанные на рисунке 2, разрабатывают дополнительные мероприятия по обеспечению сейсмостойкости изделий. Эти мероприятия согласуют с разработчиком (или изготовителем) изделий и заказчиком объекта.

4.4 Для изделий, устанавливаемых на промежуточных конструкциях (например, на трубопроводах, арматуре), или при необходимости определения требований к встроенным элементам, входящим в состав комплектных изделий, руководствуются 4.4.1 — 4.4.3.

4.4.1 В зависимости от АЧХ или ФнЧХ комплектных изделий (например, шкафов, щитов, панелей, пультов) в местах крепления встроенных элементов (или промежуточных конструкций в местах крепления изделий) к последним могут быть предъявлены дополнительные требования к увеличенным максимальным амплитудам ускорения в диапазоне резонансных частот комплектных изделий (или промежуточных конструкций) по результатам испытаний этих изделий, конструкций или их макетов.

Примечание — В настоящем стандарте под термином «резонансные частоты» понимают также «собственные частоты».

4.4.2 В диапазонах частот, при которых резочансы отсутствуют в местах крепления встроенных элементов, к последним предъявляют требования по удвоенной максимальной амплитуде ускорений по сравнению с указанной в 4.2; допускается предъявлять требования менее удвоенной амплитуды по данным, полученным по 4.4.1.

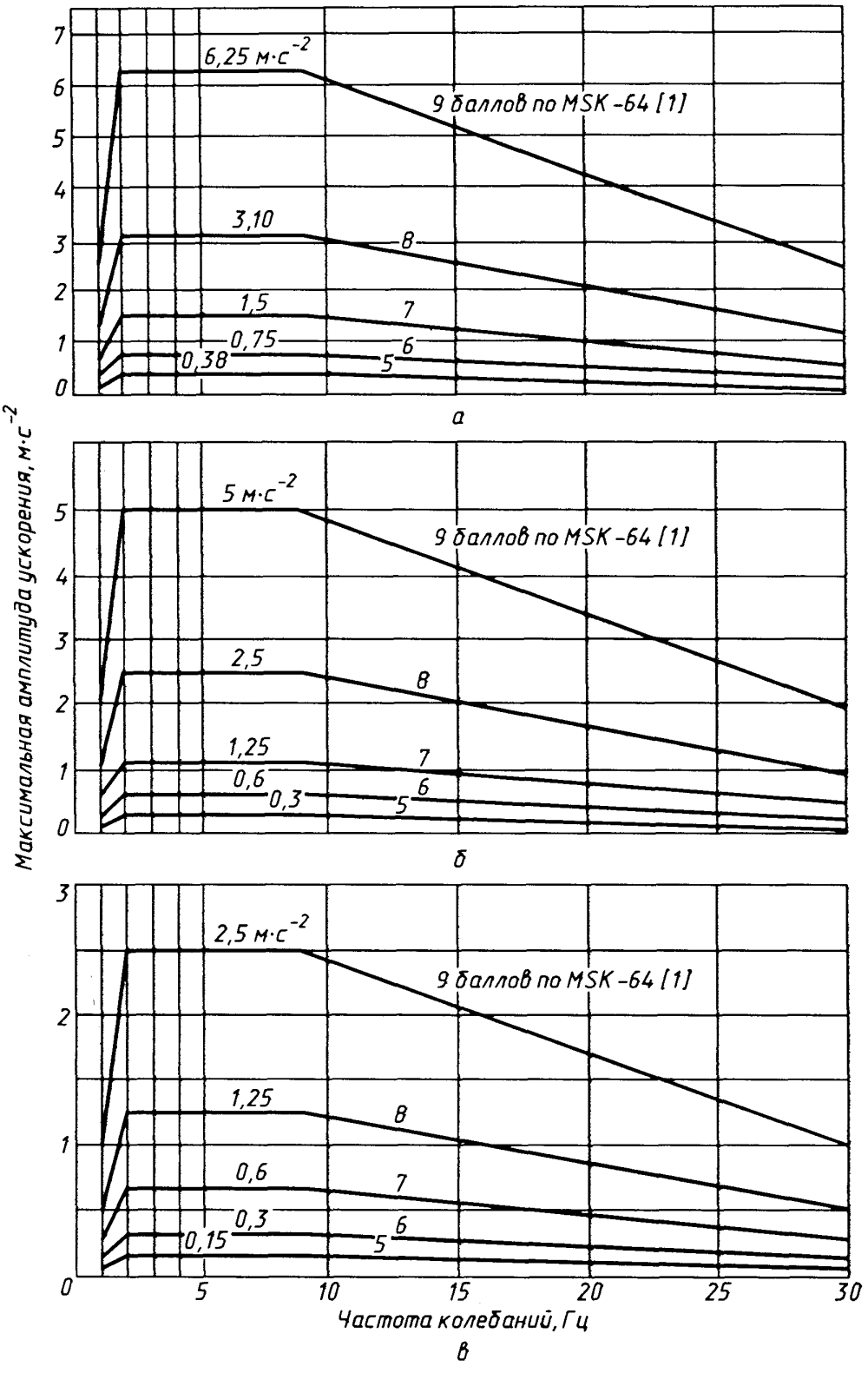
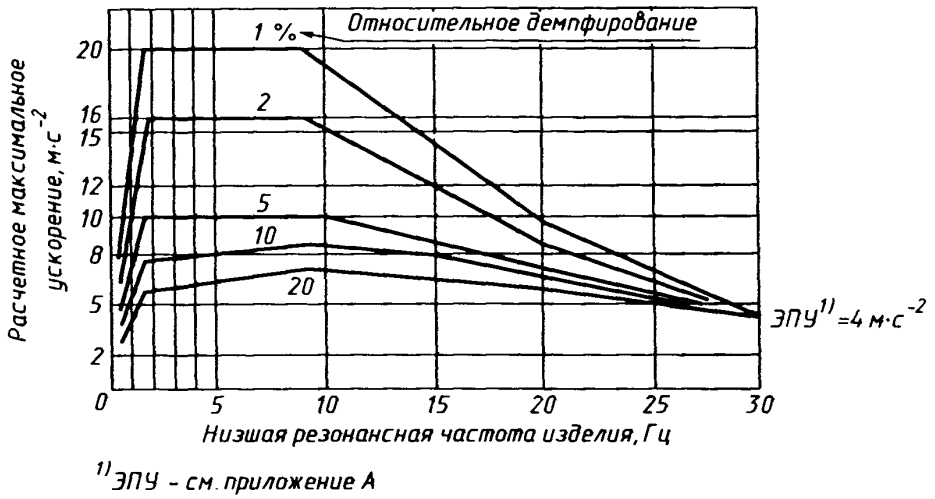


Рисунок 1 — Зависимость между максимальной амплитудой ускорения и частотой синусоидальной вибрации (горизонтальное направление) при высоте установки оборудования над нулевой отметкой: *а* — 70—30 м; *б* — 25 м; *в* — 0—10 м



[1] ЭПУ - см. приложение А

Рисунок 2 — Обобщенные спектры ответа (горизонтальное направление, 9 баллов по MSK — 64 [1])

4.4.3 К изделиям, устанавливаемым на промежуточных конструкциях, предъявляют требования по удвоенной максимальной амплитуде ускорений по сравнению с указанной в 4.2 (при отсутствии в месте установки изделий резонансов в диапазоне 1—30 Гц). Допускается предъявлять требования менее удвоенной амплитуды, если это позволяют данные об АЧХ промежуточной конструкции в месте установки изделий.

4.5 К изделиям или группе изделий, для которых в соответствии с ГОСТ 30631 в стандартах и технических условиях (далее — ТУ) на изделия установлены требования по механическим ВВФ при эксплуатации для групп механического исполнения, не предъявляют отдельных требований по сейсмостойкости, если ускорения по требованиям 4.2 равны или меньше ускорений воздействия синусоидальной вибрации в диапазоне частот 1—30 Гц по требованиям для конкретной группы механического исполнения. Если ускорения по требованиям 4.2 превышают ускорения по требованиям для указанной конкретной группы механического исполнения только в одном или нескольких более узких диапазонах частот, отдельные требования по сейсмостойкости предъявляют только в этих диапазонах частот в качестве дополнительных (ДТ) к требованиям, установленным для данной группы механического исполнения.

Для определения соответствия требованиям настоящего пункта установленные в нормативных документах на изделия требования по синусоидальным вибрационным ВВФ представляют в виде графика зависимости между максимальной амплитудой ускорения и частотой синусоидальной вибрации для соответствующей группы механического исполнения. Этот график сравнивают путем наложения с соответствующим графиком рисунка 1.

Пример соответствующих требований — ГОСТ 17516.1, приложение 6, пункты 1.1 и 1.2, таблица 10.

4.6 Расчетно-экспериментальная оценка изделий на соответствие требованиям по сейсмостойкости — по разделу 5. При этом используют обобщенный спектр ответа по рисунку 2.

4.7 Если для определения сейсмостойкости ранее установленных изделий (см. ГОСТ 30546.3) или изделий, предназначенных только для конкретного объекта, необходимы данные о сейсмических воздействиях при дифференцированных грунтовых условиях места установки оборудования, допускается вместо требований по рисункам 1 и 2 руководствоваться данными для разных грунтовых условий по приложению Б.

4.8 Значения ускорений на рисунках 2, Б.1, Б.2 соответствуют установке оборудования на уровне нулевой отметки и интенсивности землетрясения 9 баллов по MSK — 64 [1]. Значения ускорений для других интенсивностей и уровней установки определяют путем умножения ускорений, полученных по рисункам 2, Б.1, Б.2, на коэффициент по таблице 1. Значения этого коэффициента для изделий, устанавливаемых на уровнях установки, промежуточных между указанными в таблице 1, определяют методом линейной интерполяции.

Таблица 1

Интенсивность землетрясения, баллы по MSK — 64 [1]	Коэффициент для уровней установки над нулевой отметкой, м		
	70—30	20	10 и ниже
9	2,5	2	1
8	1,25	1	0,5
7	0,6	0,5	0,25
6	0,3	0,25	0,12
5	0,15	0,12	0,06

4.9 Если заданная для проектирования или расчета изделий повторяемость землетрясений отличается от приведенной для конкретного географического пункта или района в СНиП II—7 или в [2], [4], рекомендуется изменять в соответствии с приложением В сейсмические нагрузки на изделия, определенные по 4.1—4.8.

4.10 Для стационарных изделий, устанавливаемых на индивидуальных фундаментах, требования 4.1, 4.2 и 4.5 для уровней установки над нулевой отметкой 0—10 м применяют при условии, что коэффициент усиления фундаментом спектра действия землетрясения равен или меньше 1. Если это условие не соблюдается, к изделиям предъявляют дополнительные требования по максимальным амплитудам ускорений при соответствующих частотах с учетом АЧХ системы «изделие — фундамент» и 5.11.

4.11 Типовые формулировки записи в стандартах и ТУ на изделия требований по сейсмостойкости приведены в приложении Г.

4.12 Если изделия разрабатываются для конкретного объекта, то при предъявлении к изделиям требований в части значений параметров изделий во время и после сейсмического воздействия учитывают, что Заказчик или проектная организация должны сформулировать требования к сейсмичности конкретного сооружаемого объекта, указанные в 4.12.1 — 4.12.4.

4.12.1 Электроснабжение не прерывается, разрушение оборудования недопустимо.

4.12.2 Электроснабжение прерывается (часть оборудования имеет сбои в работе), но восстанавливается после прекращения сейсмического воздействия, при этом оценка состояния оборудования не проводится.

4.12.3 Электроснабжение прерывается, но восстанавливается после прекращения сейсмического воздействия; необходима оценка состояния оборудования, а восстановительные работы не производятся.

4.12.4 Электроснабжение прекращается, допускаются незначительные разрушения оборудования, после ремонта которого электроснабжение восстанавливается.

5 Расчетно-экспериментальная оценка изделий на соответствие требованиям по сейсмостойкости

5.1 Расчетно-экспериментальную оценку соответствия требованиям по сейсмостойкости допускается применять в случаях, указанных в 5.1.1 — 5.1.4.

5.1.1 При отсутствии испытательного оборудования соответствующей грузоподъемности или невозможности проведения испытаний по техническим причинам (например, из-за усложненности конструкции).

5.1.2 Для оценки ранее испытанного изделия на соответствие новым, более жестким требованиям.

5.1.3 Для оценки изделия, аналогично ранее испытанному, но содержащему изменения, влияющие на его динамические характеристики.

5.1.4 Для оценки изделий, не имеющих резонансных частот в диапазоне 1—30 Гц.

5.2 Изделия, не содержащие измерительных приборов и контактных электрических аппаратов и удовлетворяющие требованиям 5.1, допускается не испытывать на виброустойчивость, а рассчитывать на прочность.

5.3 Расчет на прочность основных несущих элементов всех конструкций проводят также на стадии проектирования до проведения вибрационных испытаний.

5.4 Расчету на прочность подлежат детали конструкции, испытывающие воздействия непосредственно со стороны основания, к которому крепят изделие или его элементы, и другие

ответственные элементы конструкции изделия, повреждение, смещение или деформация которых приведет к разрушению, отказу изделия или к снижению его эксплуатационных качеств.

5.5 При расчете принимают, что на изделие одновременно действуют эквивалентные нагрузки в вертикальном и одном из двух взаимно перпендикулярных горизонтальных направлений (принимают наиболее жесткое для изделия направление), а также учитывают действие рабочих нагрузок.

5.6 Значение расчетного максимального ускорения, действующего на элементы конструкции изделия в горизонтальных направлениях, определяют по рисунку 2, исходя из низшей резонансной частоты и относительного демпфирования системы, содержащей указанные элементы конструкции. Для изделий, не имеющих резонансных частот в диапазоне 1—30 Гц, вместо значений максимального ускорения по рисунку 2 принимают значение 5 м·с$^{-2}$ (0,5 g)[1)].

5.7 Указанные в 5.6 значения максимального ускорения соответствуют установке изделия на уровне нулевой отметки и интенсивности землетрясений 9 баллов по MSK — 64 [1]. Значения максимальных ускорений для других интенсивностей и уровней установки определяют путем умножения ускорения по 5.6 на коэффициент по таблице 1. Значения коэффициентов для изделий, устанавливаемых на уровнях установки, промежуточных между указанными в таблице 1, допускается определять методом линейной интерполяции.

5.8 Значение эквивалентного расчетного максимального ускорения, действующего на изделие в вертикальном направлении, принимают равным 0,7 значения для горизонтальных направлений.

5.9 Определяют значение эквивалентной статической силы, равное произведению расчетного максимального ускорения на массу элемента конструкции изделия, принимая, что точка приложения этой силы совпадает с центром масс элемента конструкции.

5.10 Для комплектных изделий, содержащих измерительные приборы и контактные электрические аппараты и узлы и удовлетворяющих требованиям 5.1.1—5.1.3, допускается определение увеличенных максимальных амплитуд ускорения (см. 4.4.1) проводить в соответствии с 5.6, 5.7 с последующими испытаниями измерительных приборов и контактных электрических аппаратов и узлов.

5.11 Динамические характеристики (резонансные или собственные частоты и относительные демпфирования элемента конструкции (см. 5.6) на стадии проектирования изделия определяют путем расчета или по данным для аналогичных конструкций. После изготовления первого образца изделия эти параметры должны быть проверены экспериментально (например, методом 100-3 по ГОСТ 30546.2). В случае существенного отличия определенных экспериментально параметров от расчетных проводят повторный расчет данного элемента конструкции с использованием экспериментально определенных параметров и, если требуется, усиливают конструкцию данного элемента или проводят повторные испытания изделий по 5.10. При первоначальных расчетах допускается значения относительного демпфирования принимать по таблице 2.

Таблица 2

Вид конструкции	Относительное демпфирование, %, для механического напряжения, доли предела текучести		
	0,25	0,5	1
Сварные стальные конструкции	1	2	4
Болтовые стальные соединения, железобетонные конструкции	1	4	7
Шкафы и панели	1	2	5
Сборочные узлы	1	2	7
Крупногабаритные изделия; стальные трубы диаметром более 300 мм	1	2	3
Стальные трубы диаметром 300 мм и менее	1	1	2

5.12 Если изделие (или элемент конструкции) может быть представлено системой нескольких дискретных масс m_K, расположенных в точках $K = 1, 2, \ldots, n$ и имеющих собственные (резонансные) частоты в диапазоне 1—30 Гц, расчет проводят по 5.12.1—5.12.4 вместо 5.9.

[1)] Значение ускорения свободного падения g в настоящем стандарте округлено до 10 м·с$^{-2}$.

5.12.1 При расчетах по 5.11 или при испытаниях, проводимых для определения резонансных (собственных) частот, дополнительно определяют формы колебаний системы $i = 1, 2, \ldots, n$ для каждой собственной (резонансной) частоты.

5.12.2 Определяют эквивалентную статическую силу S_{iK}, возникающую в рассматриваемой точке K, соответствующую форме колебаний i и совпадающую с направлением рассматриваемого компонента сейсмического воздействия (отдельно для вертикального и наиболее жесткого для изделия горизонтального направлений) по формуле

$$S_{iK} = m_{K_p} a_i \eta_i u_{iK_p}, \qquad (1)$$

где a_i — ускорение, определяемое по рисунку 2 для собственной (резонансной) частоты i;

$$\eta_i = \frac{\sum_{K=1}^{n} m_K u_{iK}}{\sum_{K=1}^{n} m_K u_{iK}^2}, \qquad (2)$$

u_{iK} — виброперемещение или ускорение a_i для формы колебаний i в каждой точке K, включая рассматриваемую;

u_{iK_p} — то же, в рассматриваемой точке K;

m_{K_p} — дискретная масса в рассматриваемой точке.

Примечание — Если изделие или элемент конструкции могут быть представлены в виде расположенных по консольной схеме нескольких дискретных масс, значения которых, жесткости связей и расстояния друг от друга и от основания консоли несущественно различаются, допускается не проводить предварительного определения формы колебаний, а в формулах (1) и (2) вместо u_{iK_p} и u_{iK} подставлять соответственно x_{iK_p} и x_{iK}, где x_{iK_p} и x_{iK} — расчетные расстояния от основания консоли до рассматриваемой точки K и других точек K соответственно.

5.12.3 Определяют для точки K и формы собственных колебаний механическое напряжение σ_{iK} от каждой силы S_{iK}.

5.12.4 Определяют общее расчетное механическое напряжение в точке K по формуле

$$\sigma_K = \sqrt{\sum_{1}^{i} \sigma_{iK}^2}, \qquad (3)$$

где i — число учитываемых в расчете форм колебаний.

5.13 При расчете на прочность по 5.1 — 5.12 используют статические прочностные характеристики конструкционных материалов.

5.14 Расчет прочности и (или) устойчивости изделий (или элементов конструкции) можно проводить методами динамической теории упругости с использованием расчетных акселерограмм на отметке установки изделий. Выбор расчетных акселерограмм проводят на основе исследований сейсмических колебаний строительных конструкций, в которых устанавливают изделия, или используют синтезированную расчетную акселерограмму. При оценке прочности в этом случае применяют динамические прочностные характеристики конструкционных материалов.

Требования настоящего пункта рекомендуется применять для конкретных типов изделий, содержащих нелинейные динамические системы, оказывающие существенное влияние на устойчивость изделий к механическим ВВФ, при наличии специального технического обоснования. В этом случае рекомендуется также заменять испытания на виброустойчивость при воздействии синусоидальной вибрации по ГОСТ 30546.2 испытаниями на виброустойчивость при воздействии колебаний, соответствующих указанным в настоящем пункте акселерограммам.

5.15 При расчете методами динамической теории упругости применяют обобщенную схему согласно 5.15.1 — 5.15.4.

5.15.1 В качестве внешнего сейсмического воздействия используют акселерограмму движения оснований (опор) расчетной модели.

5.15.2 Динамический расчет систем с конечным числом степеней свободы, в том числе нелинейных при одинаковой закономерности кинематического возбуждения опор, проводят методами численного интегрирования систем дифференциальных уравнений вида:

$$[M]\{\ddot{x}\} + [B]\{\dot{x}\} + [C]\{x\} + \{R\} = -\ddot{\Psi}(t)[M]\{\cos\ \alpha\}, \qquad (4)$$

где $[M]$ — матрица масс (инерции);

$[B]$ — матрица демпфирования;

$[C]$ — матрица жесткости;

$\{\ddot{x}\}, \{\dot{x}\}, \{x\}$ — векторы относительных ускорений, скоростей и перемещений соответственно;

$\{R\}$ — вектор реактивных сил от нелинейных связей; вектор этих сил, действующих в направлении обобщенных координат системы, представляет собой сумму реакций дополнительных нелинейных связей системы: демпферов, амортизаторов, кусочно-линейных систем, т.е. упругих упоров с зазорами (включающихся связей), элементов сухого трения и т.п.;

$\ddot{\Psi}(t)$ — ускорение основания расчетной модели (акселерограмма);

$\{\cos\ \alpha\}$ — вектор направляющих косинусов.

5.15.3 Результирующий вектор внешних нагрузок $\{F\}$, действующих на систему в любой момент времени, определяют по формуле

$$\{F\} = [C]\{x\}. \qquad (5)$$

5.15.4 По вычисленному значению вектора $\{F\}$ определяют внутренние усилия и напряжения в расчетных сечениях системы.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

Вероятность появления значений ускорений сейсмических воздействий (по данным [3])

Одной из основных характеристик механических воздействий землетрясений являются эффективное пиковое ускорение (в некоторых нормативных документах — ускорение нулевого периода) (далее — ЭПУ) и эффективная пиковая скорость (далее — ЭПС). Ряд значений ЭПУ связан со значениями интенсивности землетрясения в баллах. Таким образом, установление для данной сейсмической местности интенсивности возможных землетрясений в баллах одновременно является установлением возможных значений ЭПУ и ЭПС.

ЭПУ есть ускорение, рассчитанное путем спрямления полученного для 5 %-го относительного демпфирования (далее — ОД) спектра ответа скоростей перемещения земной поверхности при реальных (или обобщенных расчетных) землетрясениях для диапазона частот 2 — 10 Гц, деленное на принятый коэффициент 2,5; значение этого коэффициента получено как обобщение соотношений между ЭПУ и наибольшим ускорением спектра ответа для 5 %-го ОД.

Вероятность того, что установленные из условий интенсивности землетрясений значения ЭПУ и ЭПС не будут достигнуты в данной местности в течение 50-летнего периода (далее — «вероятность недостижения»), составляет 90 %.

При современном уровне знаний эта вероятность не может быть определена как точная. Более того, так как при составлении карт сейсмичности проводят увязку и пригонку различных по полноте данных, эта вероятность не может быть совершенно одинаковой для разных районов. Можно считать, что «вероятность недостижения» находится в диапазоне 80 — 90 %.

Применение интервала 50 лет для характеристики «вероятности недостижения» является в известной степени условным и не означает, что для сооружений и оборудования предполагается срок службы 50 лет.

«Вероятность недостижения» может быть переведена в другие величины, такие как интервал повторяемости и средний ежегодный риск. 90 %-я «вероятность недостижения» на 50-летнем интервале эквивалентна среднему интервалу повторяемости 475 лет или среднему ежегодному риску 0,002 долей в год. Эти величины имеют физический смысл только как среднее за очень большой период времени — десятки тысяч лет, причем средний интервал повторяемости или период повторения 475 лет не означает, что землетрясение произойдет однажды, дважды или вообще произойдет в течение 475 лет. Согласно современному уровню знаний нет практической альтернативы утверждению того, что сильное землетрясение произойдет в данный период времени, и величина, подобная периоду повторяемости, означает только возможность того, что это событие произойдет.

Таблица А.1

«Вероятность недостижения» на базе 50 лет, %	Ежегодный риск, доли единицы	Средняя повторяемость, годы	Эффективное пиковое ускорение					
			$м \cdot с^{-2}$ (g)			относительные единицы (по отношению к 90 %)		
			для интенсивности землетрясений, баллы по MSK—64 [1]					
			9	8	7	9	8	7
0,7	0,1	10	1 (0,1)	0,35 (0,035)	0,18 (0,018)	0,25	0,18	0,18
50	0,2	50	1,8 (0,18)	0,7 (0,07)	0,25 (0,025)	0,45	0,35	0,25
61	0,01	100	2,5 (0,25)	1 (0,1)	0,5 (0,05)	0,63	0,5	0,5
90	0,002	500	4 (0,4)	2 (0,2)	1 (0,1)	1	1	1
95	0,001	1000	4,5 (0,45)	2,5 (0,25)	1,2 (0,12)	1,13	1,25	1,2
98	0,0005	2000	6,0 (0,6)	3 (0,3)	2 (0,2)	1,5	1,5	2,0
99,5	0,0001	10000	7 (0,7)	5 (0,5)	3 (0,3)	1,75	2,5	3,0
99,95	0,00001	100000	7,5 (0,75)	7 (0,7)	6,5 (0,65)	1,9	3,5	6,5

Примечание — Приведенная в настоящей таблице интенсивность землетрясения в баллах установлена для повторяемости землетрясений один раз в 500 лет. Эта интенсивность приведена в настоящей таблице как условный показатель сейсмической опасности местности (условная интенсивность). При другой повторяемости землетрясений фактическая интенсивность будет другая, так как ускорение будет также другим. Например, для условной интенсивности 7 баллов при повторяемости один раз в две тысячи лет ускорение удваивается и, следовательно, фактическая интенсивность будет составлять 8 баллов.

В таблице А.1 приведены значения ЭПУ для разных «вероятностей недостижения» (в таблице — «вероятность недостижения» на базе 50 лет) и соответственно для различных значений ежегодного риска и повторяемостей. Данные для вероятностей более 98 и менее 60 % получены путем экстраполяции. Вопрос о том, могут ли эти более высокие значения иметь место в каких-либо сейсмически опасных районах, особенно в районах с меньшей сейсмической активностью, находится в стадии обсуждения; некоторые эксперты считают, что верхний предел ЭПУ для районов с меньшей сейсмичностью такой же, как и для районов с более высокой сейсмичностью, хотя вероятность того, что столь экстремальные значения ЭПУ возникают, является, конечно, чрезвычайно малой.

Вероятность того, что ордината расчетного спектра ответа не будет достигнута в течение какого-либо периода, приблизительно такая же, как «вероятность недостижения» ЭПУ и ЭПС. Это утверждение верно, так как невозможность достижения в будущих землетрясениях ЭПУ и ЭПС является много большей, чем невозможность достижения спектральных ординат, заданных ЭПУ и ЭПС. Поэтому вероятность того, что ордината спектра ответа не будет достигнута в течение 50 лет, также составляет 90 %, по крайней мере не выходит из диапазона 80 — 95 %.

Рекомендации настоящего приложения могут быть отнесены к значениям, установленным по рисункам 1 и 2. Можно считать, что полученные по данным рисунков 1 и 2 и таблицы 1 значения не превышаются в данной местности в течение 50 лет с вероятностью 90 %.

Решение о применении значений, связанных с отличающимися от указанных «вероятностей недостижения», принимают в технико-экономически обоснованных конкретных случаях заказчики и проектировщики (изготовители) изделий с учетом требуемой вероятности безотказной работы изделий и их конструктивных особенностей.

При необходимости определения «вероятности недостижения» для сроков L, отличающихся от 50 лет, используют формулу

$$P_L = 100 - \frac{100 - P_{50}}{50} \cdot L, \qquad (A.1)$$

где P_{50} — «вероятность недостижения» на базе 50 лет (по таблице А.1);

P_L — «вероятность недостижения» на базе срока L (при тех же значениях ЭПУ, что и для соответствующей P_{50}).

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Нормированные воздействия землетрясений для разных грунтовых условий

Зависимости между максимальной амплитудой ускорения и частотой синусоидальной вибрации для разных грунтовых условий приведены на рисунке Б.1, спектры ответа — на рисунке Б.2. Ниже приведено описание типов (профилей) грунтов. Можно принять, что профиль грунта S_1 в основном соответствует грунту категории 1 по СНиП II—7, профиль грунта S_2 — категории 2, профили грунтов S_3 и S_4 — категории 3.

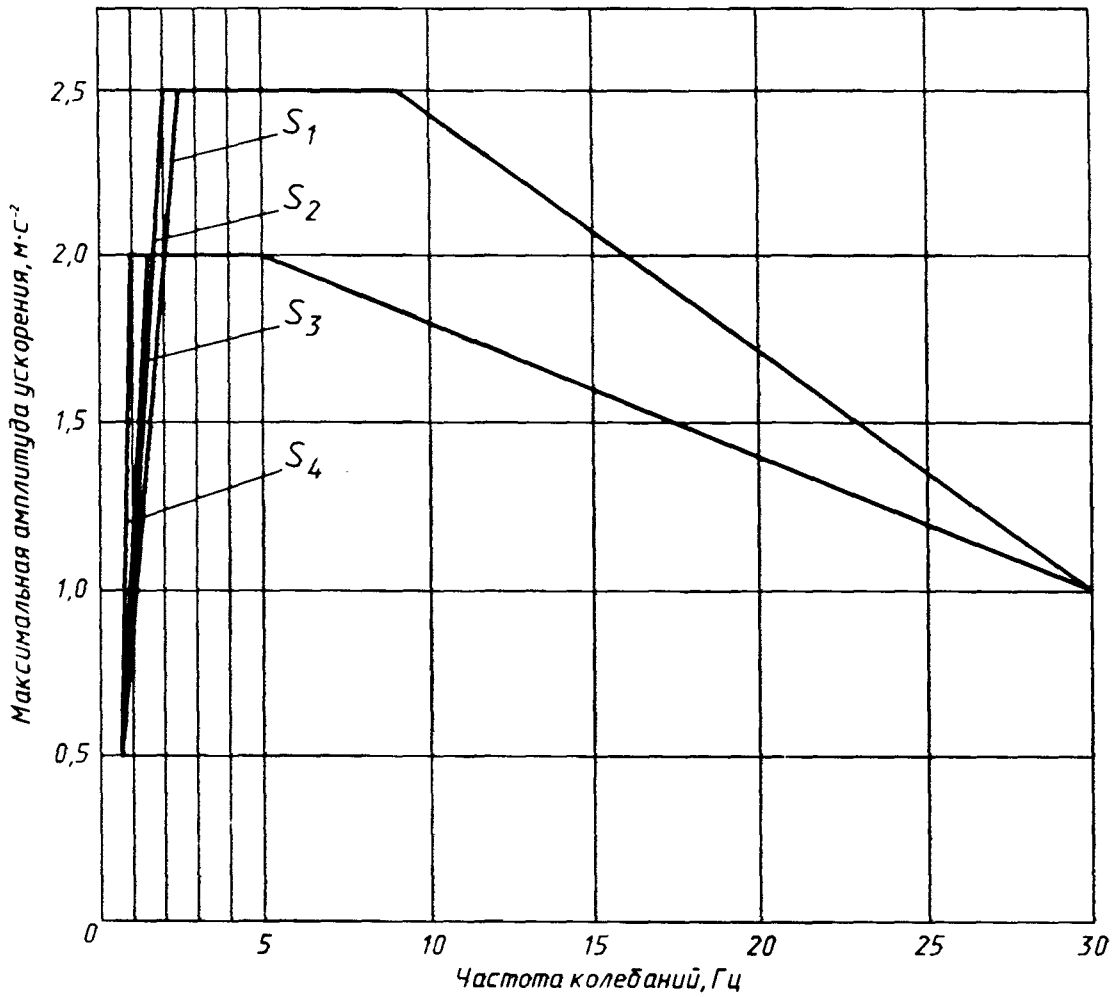


Рисунок Б.1 — Зависимость между максимальной амплитудой ускорения и частотой синусоидальной вибрации при землетрясении 9 баллов по MSK—64 [1] для различных грунтов (горизонтальное направление)

Профиль грунта S_1 — скальные породы любой характеристики как сланцевой, так и кристаллической природы (такие материалы могут характеризоваться скоростью распространения продольных волн более 750 м/с) или же расположенные на скальном основании твердые осадочные грунты глубиной менее 60 м, состоящие из песка, гравия или жестких глин.

Профиль грунта S_2 — глубокие без связующих или состоящие из жестких глин грунты, в том числе расположенные на скальном основании твердые осадочные грунты глубиной до 60 м, состоящие из песка, гравия или твердых глин.

Профиль грунта S_3 — мягкие или средней твердости глины, а также пески, характеризующиеся 9-метровыми прослойками мягких или средней твердости глин, содержащие или не содержащие промежуточные слои песка или другого несвязанного грунта.

Профиль грунта S_4 — мягкие глинистые или илистые осадочные грунты глубиной более 20 м, характеризующиеся скоростью распространения поперечных волн менее 120 м/с.

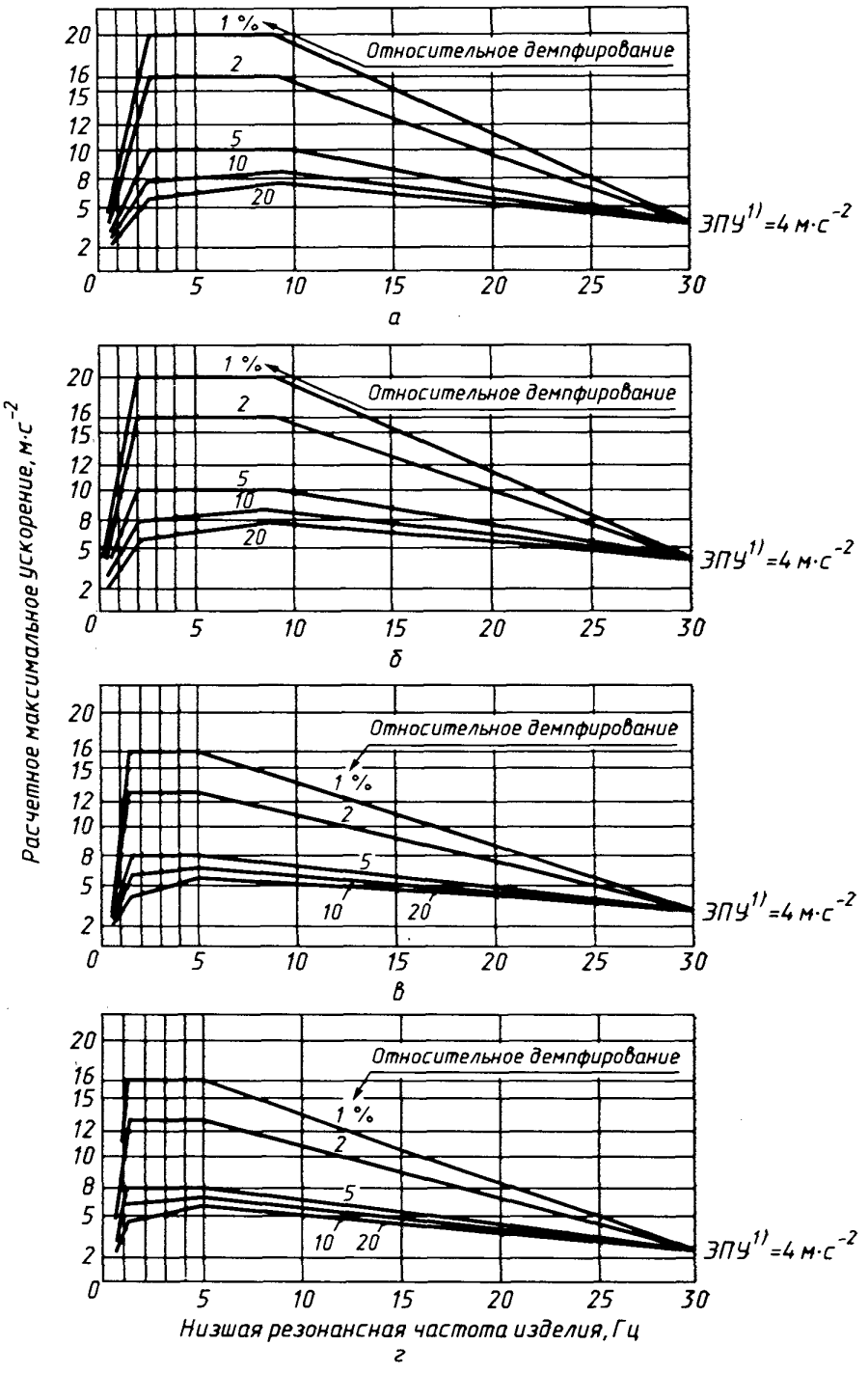


Рисунок Б.2 — Спектры ответа для различных грунтов (горизонтальное направление, 9 баллов по MSK—64 [1]: *а* — грунт S_1; *б* — грунт S_2; *в* — грунт S_3; *г* — грунт S_4

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(рекомендуемое)

Изменение нормированных и расчетных сейсмических ускорений, воздействующих на изделие, при несовпадении заданных и нормированных в нормативных документах повторяемостей землетрясений

При несовпадении повторяемостей землетрясений, заданных для проектирования и расчета конкретного оборудования, с повторяемостями, приведенными в СНиП II—7 или в [2], [4] для географического пункта, для которого предназначено оборудование, измененные ускорения вычисляют путем умножения на коэффициент по таблице В.1 ускорений, определенных по 4.1 — 4.8.

Таблица В.1

Средняя повторяемость, годы		Коэффициент пересчета для интенсивности землетрясений, баллы по MSK — 64 [1]		
приведенная в СНиП II—7 или [2]	требуемая для проектирования	9	8	7
100	100	1	1	1
	1000	1,8	2,5	2,4
	10000	2,8	5	6
1000	100	0,5	0,4	0,4
	1000	1	1	1
	10000	1,5	2	2,5
10000	100	0,4	0,2	0,15
	1000	0,7	0,5	0,4
	10000	1	1	1

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

Типовые формулировки в стандартах и технических условиях на изделия требований по сейсмостойкости

Г.1 Требования по сейсмостойкости записывают отдельным пунктом в разделе требований по механическим ВВФ.

Г.2 В нормативных документах на изделия конкретных типов приводят формулировки по Г.3 или Г.4.

Г.3 Если по конструкции и назначению изделия могут быть установлены как непосредственно на строительных конструкциях (см. 4.2), так и на промежуточных конструкциях или в комплектных изделиях в качестве встроенных элементов (см. 4.4), то записывают:

«Изделия сейсмостойкости:

- при установке непосредственно на строительных конструкциях — при воздействии землетрясений интенсивностью _____ баллов по MSK — 64 при установке над нулевой отметкой _____ м;
указывают баллы

- при установке на промежуточных конструкциях (например, трубопроводах, арматуре) или в комплектных изделиях в качестве встроенных элементов — при воздействии на комплектные изделия или промежуточную конструкцию землетрясений интенсивностью _____баллов по MSK — 64 при уровне установки
указывают баллы
над нулевой отметкой _____ м (при отсутствии в месте установки изделий резонансов в диапазоне 1 — 30 Гц)».

Примечание — Если изделие не может быть установлено на промежуточных конструкциях или использовано в качестве встроенного элемента, то в третьем абзаце записи не упоминают о соответствующем варианте.

Г.4 Если по конструкции и назначению изделия могут быть установлены либо непосредственно на строительных конструкциях, либо использованы только в качестве встроенных элементов, то записывают:

«Изделия сейсмостойки при воздействии землетрясений интенсивностью _____ баллов по
указывают баллы
MSK — 64 при уровне установки над нулевой отметкой до _____ м».

Примечание — Значение высоты установки в Г.3 и Г.4 выбирают из ряда 10, 20, 25, 30, 70 м.

Г.5 В стандартах и ТУ вида общих технических условий записывают:

«Требования по сейсмостойкости (интенсивность землетрясений в баллах по MSK — 64, высоту установки над нулевой отметкой в метрах) устанавливают в стандартах и ТУ на изделия конкретных типов».

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(информационное)

Библиография

[1] MSK — 64. Шкала сейсмической интенсивности MSK — 1964
[2] Карта сейсмического районирования СССР. С пояснительной запиской. — М.: Наука, 1989
[3] FEMA 96/1988. Рекомендуемые положения по разработке сейсмического регулирования для новых строений Национальной программы уменьшения опасности землетрясения. — Федеральное агентство по управлению в чрезвычайных ситуациях США, октябрь 1988 г.
[4] Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации — ОСР—97. — М., 1998

УДК 002:006.1.05:006.354 МКС 01.120 Т50 ОКСТУ 0001

Ключевые слова: внешние воздействующие факторы; сейсмостойкость; общие требования; методы расчета; машины, приборы и другие технические изделия

Изменение № 1 ГОСТ 30546.1—98 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости

Принято Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 24 от 05.12.2003)

Зарегистрировано Бюро по стандартам МГС № 4747

За принятие изменения проголосовали национальные органы по стандартизации следующих государств: AZ, AM, BY, KZ, KG, MD, RU, TJ, TM, UZ, UA [коды альфа-2 по МК (ИСО 3166) 004]

Дату введения в действие настоящего изменения устанавливают указанные национальные органы по стандартизации

Предисловие. Пункт 3 изложить в новой редакции:

«3 Требования настоящего стандарта соответствуют (с дополнениями и уточнениями в соответствии с потребностями экономики страны) требованиям международных стандартов МЭК 60980:1990 «Методы, рекомендованные для сейсмической квалификации электрического оборудования системы безопасности для атомных электростанций»; МЭК 60068—3—3:1991 «Испытания на воздействия внешних факторов. Часть 3. Руководство. Глава 3. Методы сейсмических испытаний для оборудования»; МЭК 60721—2—6:1990 «Классификация внешних условий. Часть 2. Природные внешние условия. Глава 6. Вибрация и удары землетрясений»; МАГАТЕ 50-SG-D15:1992 «Серия безопасность. Сейсмическое проектирование и квалификация атомных станций»; МАГАТЕ 50-SG-S1:1994 «Учет землетрясений и связанных с ними явлений при выборе строительной площади для АС».

Данные о соответствии настоящего стандарта международным стандартам приведены во введении и в приложении Е».

Содержание для приложений А — В изложить в новой редакции:

«Приложение А Вероятность появления значений ускорений сейсмических воздействий. Общие положения (по данным [3])

Приложение Б Вероятность появления значений ускорений сейсмических воздействий. Вычисления

Приложение В Соотношение между требованиями по сейсмостойкости и группами механического исполнения изделий при эксплуатации по ГОСТ 30631»;

(Продолжение см. с. 36)

исключить слова: «Приложение Д Библиография»; **дополнить** наименованиями приложений — Д, Е, Ж:

«Приложение Д Сравнение вероятностных показателей для сейсмических воздействий при проектных и максимальных расчетных землетрясениях

Приложение Е Информационные данные о соответствии настоящего стандарта международным стандартам

Приложение Ж Библиография».

Введение. Второй абзац после слов «появления сейсмических нагрузок» дополнить абзацами:

«В частности, стандарт содержит обобщенные для всех атомных станций (АС) требования к изделиям, входящим в системы управления технологическими процессами и системы безопасности АС; особые требования к таким изделиям обусловлены специфическими динамическими характеристиками реакторных и других зданий, в которых размещаются указанные изделия.

Стандарт содержит требования к изделиям, предназначенным не только для объектов, требования к которым устанавливаются по усредненным данным сейсмичности местности, но и к конкретным объектам, сейсмостойкость которых определяется в индивидуальном порядке с учетом грунтовых условий площадки расположения объектов, динамических характеристик их зданий, требуемого срока службы изделий, условий повторяемости землетрясений и т. п., в том числе приемы, позволяющие использовать для таких объектов серийно выпускаемое изделие.

Требования стандарта пригодны также для изделий, применяемых на объектах, сейсмостойкость которых определяется в индивидуальном порядке.

Требования стандарта позволяют отказаться от индивидуального расчета сейсмостойкости объектов во многих случаях, где такой расчет традиционно применяется.»;

одиннадцатый абзац. Заменить ссылку: МЭК 721 на «МЭК серии 60721—2»;

пятнадцатый абзац. Заменить ссылку и слова: МЭК 721—2 на МЭК 60721—2—6, «территории бывшего СССР» на «территории стран СНГ»;

дополнить абзацами:

«Более подробные данные о соответствии между требованиями настоящего стандарта и МЭК 60068—3—3 приведены в ГОСТ 30546.2.

Данные о соответствии настоящего стандарта другим международным стандартам, указанным в предисловии, приведены в приложении Е».

Раздел 1. Второй абзац **исключить.**

(Продолжение см. с. 37)

Раздел 2. Исключить ссылку на ГОСТ 20.57.406—81 и наименование; дополнить ссылкой:

«ГОСТ 30630.0.0—99 Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Общие требования».

Пункты 3.9, 3.12, 3.15 изложить в новой редакции:

«3.9 **Нулевая отметка** — уровень расположения линий состыковки стен здания с поверхностью площадки, на которой расположено здание.

Примечание — Во многих случаях этот уровень практически совпадает с верхней границей фундамента.

3.12 **Резонанс конструкции** — явление увеличения амплитуды вынужденных колебаний конструкции изделия в два раза и более при постоянном внешнем воздействии, возникающее на частотах вибрационных нагрузок, близких к частоте собственных колебаний конструкции изделия (ГОСТ 30630.0.0).

Примечание — Настоящее определение применяют также к понятию «Резонанс промежуточной конструкции».

3.15 **Спектр воздействия землетрясения** — спектр воздействия, для которого спектр ответа является спектром ответа акселерограммы землетрясения.

Примечание — Как правило, спектр воздействия землетрясения базируется на спектре ответа, соответствующем относительному демпфированию 5 %».

Раздел 4 изложить в новой редакции:

«4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 При предъявлении к изделиям требований по стойкости к воздействию землетрясений (сейсмостойкости) исходят из условной интенсивности землетрясения и уровня установки изделий над нулевой отметкой (далее — уровень установки), а также из расчетной повторяемости землетрясений (если она отличается от повторяемости 1 раз в 500 лет) и (или) расчетного срока службы изделия (далее — срок L) (если он отличается от 50 лет). Эти требования соответствуют требованиям по стойкости (устойчивости и/или прочности) к воздействию синусоидальной вибрации в течение 1 мин. В качестве нормированных воздействий землетрясений принимают требования по 4.2—4.4.

Сейсмические воздействия считают приложенными к изделию в местах его крепления, если в пунктах настоящего стандарта нет иных требований.

Примечание — Учитывая нормируемую продолжительность воздействия землетрясения — 1 мин, соответствие требованиям 4.1 подтверждают испытаниями на виброустойчивость по ГОСТ 30546.2 или в соответствии с требованиями раздела 5 настоящего стандарта.

(Продолжение см. с. 38)

4.2 Для изделий, устанавливаемых непосредственно на строительных конструкциях (например, стенах, потолках, фундаментах, колоннах, перекрытиях, фермах), обобщенный спектр воздействия землетрясения принимают по рисунку 1 и таблице 1 или 2, обобщенные спектры ответа — по рисунку 2 и таблице 1 или 2.

Значения ускорения на рисунках 1 и 2 приведены для горизонтального направления, условной интенсивности землетрясения 9 баллов по MSK-64[1)] [1] для нулевой отметки и срока L=50 лет.

Значения ускорений для других условных интенсивностей землетрясений и уровней установки над нулевой отметкой определяют путем умножения ускорений, полученных по рисункам 1 и 2, на коэффициент по таблицам 1 и 2. Значение ускорений в вертикальном направлении составляет 0,7 от значения ускорения в горизонтальном направлении.

Таблицу 1 или 2 применяют в следующих случаях:

а) таблицу 1 применяют для всех изделий, кроме указанных в перечислении б);

б) таблицу 2 применяют для изделий, предназначенных для АС и расположенных в реакторных зданиях или зданиях размещения оборудования, относящегося к классам безопасности 1 и 2 по ПНАЭГ-1—011 [3] (в зданиях категории сейсмостойкости 1 и 2 по ПНАЭГ-5—006 [4]).

Примечания

1 При выборе значений ускорений землетрясений, как правило, расчетный срок службы изделия принимают равным 50 годам, а расчетную повторяемость землетрясений — 1 разу в 500 лет, о чем в нормативных документах на изделие специальных указаний не делают. Другие значения расчетного срока службы изделия и повторяемости землетрясений принимают при наличии специального технического обоснования. Вероятность появления значений ускорений, установленных на рисунках 1 и 2, а также вопросы выбора значений ускорений, связанные с повторяемостью землетрясений и расчетным сроком службы, рассмотрены в приложениях А и Б.

2 Понятие условной интенсивности землетрясения приведено в приложении Б (таблица Б.1, примечание).

---

1) Значение интенсивности землетрясений по [1] соответствуют значениям интенсивности землетрясений по [2].

(Продолжение см. с. 39)

Таблица 1

Интенсивность землетрясения, баллы по MSK-64 [1]	Коэффициент для уровней установки над нулевой отметкой, м		
	От 0 до 10, ниже 0 до нижнего уровня фундамента	Св. 10 до 35	Св. 35 до 70
9	1	2	2,5
8	0,5	1	1,25
7	0,25	0,5	0,6
6	0,12	0,25	0,3
5	0,06	0,12	0,15

Таблица 2

Условная интенсивность землетрясения, баллы по MSK-64 [1]	Коэффициент для уровней установки над нулевой отметкой, м				
	От 0 до 5, ниже 0 до нижнего уровня фундамента	Св. 5 до 10	Св. 10 до 25	Св. 25 до 35	Св. 35 до 70
9	1	2	3,8	5,0	6,5
8	0,5	1	1,9	2,5	3,25
7	0,25	0,5	1	1,25	1,6
6	0,12	0,25	0,5	0,6	0,8
5	0,06	0,12	0,25	0,3	0,4

(Продолжение см. с. 40)

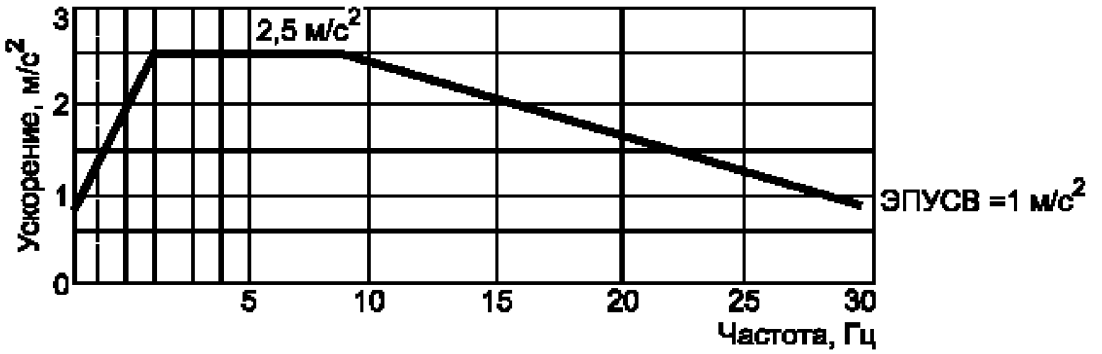


Рисунок 1 — Зависимость между максимальной амплитудой ускорения и частотой синусоидальной вибрации (спектр воздействия) для горизонтального направления 9 баллов в соответствии с [1] или [2] при нулевой отметке

Значение частоты и ускорение для характеристических точек по рисунку 1:

Частота, Гц	0,5	2	10	30
Ускорение, м/с² (g)	0,15 (0,015)	2,5 (0,25)	2,5 (0,25)	1 (0,1)

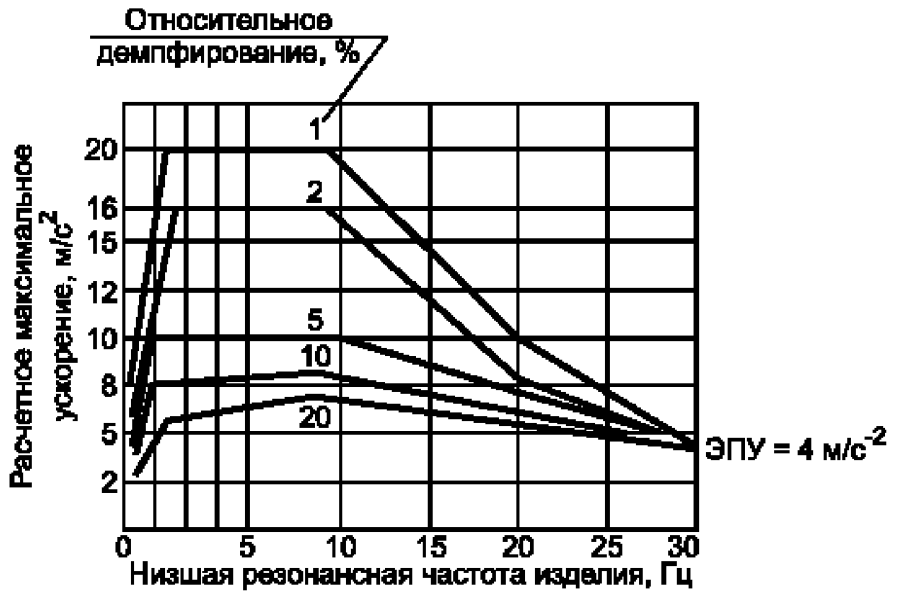


Рисунок 2 — Обобщенные спектры ответа для горизонтального направления 9 баллов в соответствии с [1] или [2] при нулевой отметке

(Продолжение см. с. 41)

4.3 Если расчетная повторяемость землетрясений и (или) расчетный срок службы (заданные для проектирования или расчета изделий) отличаются соответственно от повторяемости 1 раз в 500 лет и срока L = 50 лет, то выбор сейсмических нагрузок на изделие, в том числе эффективных пиковых ускорений (далее ЭПУ), для разных вероятностных показателей землетрясений и увязку этих показателей с требуемыми вероятностями безотказной работы изделий осуществляют в соответствии с приложениями А и Б. При этом для изделий, предназначенных для атомных станций, как правило, устанавливают значения ускорений, соответствующих следующим значениям повторяемостей: для изделий, относящихся к классам безопасности 3 и 4 по ПНАЭГ-1—011 [3], — 1 раз в 500 лет, относящихся к классам безопасности 1 и 2, — 1 раз в 10000 лет; значения ускорений для других повторяемостей могут быть установлены при наличии специального технического обоснования и в соответствии с показателями надежности изделий.

Значение ЭПУ, выраженное в относительных единицах в соответствии с таблицей Б.1, соответствует значениям ускорений спектров воздействия и спектров ответа по рисункам 1 и 2 и таблицам 1 и 2 и может быть использовано для определения значений ускорений, выраженных в м/с^2 (g).

Пример: Определить значение максимального ускорения воздействия в вертикальном направлении 8-балльного землетрясения для оборудования, расположенного непосредственно на строительных конструкциях на уровне установки над нулевой отметкой 40 м для «вероятности непревышения» 98 % (повторяемость 1 раз в 2000 лет и срока L = 30 лет); оборудования по 4.2, перечисление а).

а) Определяем значение максимального ускорения по рисунку 1 (для землетрясения в 9 баллов в горизонтальном направлении, для «вероятности непревышения» 90 %): 2,5 м/с^2.

б) При помощи коэффициента по таблице 1 определяем значение максимального ускорения для оборудования, расположенного на уровне установки над нулевой отметкой свыше 35 м до 70 м для 8-балльного землетрясения в горизонтальном направлении для той же «вероятности непревышения»

$$2{,}5 \text{ м/с}^2 \cdot 2{,}5 = 6{,}25 \text{ м/с}^2,$$

где 2,5 м/с^2 — ускорение по перечислению а);

2,5 — коэффициент по таблице 1.

в) При помощи определенного в соответствии с приложением Б (см. пример) значения ЭПУ, выраженного в относительных единицах для

(Продолжение см. с. 42)

8-балльного землетрясения и для «вероятности непревышения» 98 % (1,5, для L = 30 лет), определяем значение максимального ускорения в горизонтальном направлении для указанной «вероятности непревышения» (повторяемость 1 раз в 2000 лет):

$$6{,}25 \text{ м/с}^2 \cdot 1{,}53 = 9{,}56 \text{ м/с}^2.$$

г) То же — для вертикального направления:

$$9{,}4 \text{ м/с}^2 \cdot 0{,}7 = 6{,}7 \text{ м/с}^2.$$

4.4 Для изделий, устанавливаемых на промежуточных конструкциях (например, на трубопроводах, арматуре), или при необходимости определения требований к встроенным элементам, входящим в состав комплектных изделий, руководствуются 4.4.1—4.4.3.

4.4.1 В зависимости от АЧХ или ФнЧХ комплектных изделий (например, шкафов, щитов, панелей, пультов) в местах крепления встроенных элементов (или промежуточных конструкций в местах крепления изделий) к указанным встроенным элементам или к изделиям на промежуточных конструкциях могут быть предъявлены дополнительные требования к увеличенным максимальным амплитудам ускорения в диапазоне резонансных частот комплектных изделий (или промежуточных конструкций) по результатам испытаний этих изделий, конструкций или их макетов.

Примечание — В настоящем стандарте под термином «резонансные частоты» понимают также «собственные частоты».

4.4.2 В диапазонах частот, при которых резонансы отсутствуют в местах крепления встроенных элементов, к последним предъявляют требования по удвоенной максимальной амплитуде ускорения по сравнению с указанной в 4.2 и 4.3; допускается предъявлять требования менее удвоенной амплитуды по данным, полученным по 4.4.1.

4.4.3 К изделиям, устанавливаемым на промежуточных конструкциях, предъявляют требования по удвоенной максимальной амплитуде ускорений по сравнению с указанной в 4.2 и 4.3 при отсутствии в месте установки изделий резонансов в диапазоне 1—30 Гц. Допускается предъявлять требования менее удвоенной амплитуды, если это позволяют данные об АЧХ промежуточной конструкции в месте установки изделий.

4.5 Если для определения сейсмостойкости ранее установленных изделий (см. ГОСТ 30546.3) или изделий, предназначенных только для конкретного объекта, необходимы данные о сейсмических воздействиях при дифференцированных грунтовых условиях места установки оборудования, допускается вместо требований по рисункам 1 и 2 руководствоваться данными для разных грунтовых условий по приложению Б.

(Продолжение см. с. 43)

4.6 Соотношения между требованиями по сейсмостойкости и группами механического исполнения по ГОСТ 30631 приведены в приложении В.

4.7 Расчетно-экспериментальная оценка изделий на соответствие требованиям по сейсмостойкости — по разделу 5. При этом используют обобщенный спектр ответа по рисунку 2.

4.8 Для стационарных изделий, устанавливаемых на индивидуальных фундаментах, требования 4.2 — 4.6 для уровней установки над нулевой отметкой 0—10 м применяют при условии, что коэффициент усиления фундаментом спектра воздействия землетрясения равен или меньше 1. Если это условие не соблюдается, к изделиям предъявляют дополнительные требования по максимальным амплитудам ускорений при соответствующих частотах с учетом АЧХ системы «изделие—фундамент» и 5.11.

4.9 Если в результате специальных изысканий и исследований, проводимых проектировщиком конкретного объекта, установлено, что для этого объекта максимальные значения ускорений в спектре ответа отличаются от указанных в 4.2, то по согласованию с разработчиком (или изготовителем) изделия и заказчиком объекта осуществляют следующее:

а) если максимальные значения ускорений в спектре ответа для объекта превышают указанные в 4.2, то разрабатывают дополнительные мероприятия по обеспечению сейсмостойкости объекта;

б) если максимальные значения ускорений в спектре ответа для объекта меньше указанных в 4.2, то к изделиям допускается предъявлять более низкие требования, чем по 4.2, соответствующие спектрам ответа для данного объекта.

При определении значений ускорений и разработке мероприятий по перечислениям а) и б) рекомендуется пользоваться приемами по В.4.

4.10 Если изделия разрабатываются для конкретного объекта, то при предъявлении к изделиям требований в части видов и значений параметров изделий во время и после сейсмического воздействия заданного уровня учитывают, что заказчик или проектная организация должны сформулировать требования к сейсмобезопасности конкретного сооружаемого объекта.

Исходя из требований к объекту формулируют требования к конкретному изделию в соответствии с группой сейсмобезопасности по 4.11.1—4.11.3.

Требования к сейсмобезопасности объекта рекомендуется устанавливать в соответствии с 4.11.1—4.11.4. Группа сейсмобезопасности изделия может не совпадать с группой сейсмобезопасности объекта в целом.

(Продолжение см. с. 44)

4.11 Устанавливают следующие группы сейсмобезопасности изделия (объекта):

4.11.1 Группа сейсмобезопасности 0. Функционирование изделия (объекта) не прерывается во время и после сейсмического воздействия, разрушение оборудования недопустимо.

4.11.2 Группа сейсмобезопасности 1. Функционирование изделия (объекта) полностью или частично прерывается во время сейсмического воздействия (часть оборудования объекта или встроенных элементов комплектного изделия имеет сбои в работе), но восстанавливается после прекращения сейсмического воздействия без вмешательства персонала.

4.11.3 Группа сейсмобезопасности 2. Функционирование изделия (объекта) полностью или частично прерывается во время сейсмического воздействия, допускается выход параметров изделия за пределы допустимых. После наладки изделия (оборудования) или — для объекта — после небольшого вмешательства персонала (например, включения или запуска остановившегося агрегата) функционирование изделия (объекта) восстанавливается; ремонта или замены оборудования не требуется.

4.11.4 Группа сейсмобезопасности 3. Функционирование объекта полностью или частично прекращается во время сейсмического воздействия, допускаются незначительные разрушения; после ремонта оборудования функционирование объекта восстанавливается.

Примечание — Для групп сейсмобезопасности 0—2 необходимость оценки состояния оборудования объекта устанавливается правилами эксплуатации объекта.

4.12 При установлении для изделий групп сейсмобезопасности 0—2 по 4.11 руководствуются следующим:

4.12.1 Должны быть установлены требования по сейсмическим воздействиям, при которых изделия соответствуют группе сейсмобезопасности 0. При этом в нормативной документации на изделие не делают специальных указаний о соответствии изделия этой группе сейсмобезопасности. Действие сейсмических нагрузок согласно этим требованиям соответствует действию рабочего значения ВВФ по ГОСТ 30631.

4.12.2 Дополнительно к 4.12.1 к изделию могут быть предъявлены более жесткие требования по сейсмическим воздействиям, при которых изделия не соответствуют группе сейсмобезопасности 0; в этом случае изделия должны соответствовать группам сейсмобезопасности 1 или 2, что указывают в нормативных документах на изделие. Действие соответствующих значений сейсмических нагрузок согласно этим требованиям соответствует действию предельных рабочих значений ВВФ при эксплуатации по ГОСТ 30631.

(Продолжение см. с. 45)

4.12.3 Требования по 4.12.1 предъявляют к изделиям, для которых установлены требования по сейсмическим воздействиям, соответствующие повторяемости 1 раз в 500 лет при расчетных сроках службы 50 лет и менее (если иное не указано в 4.3 для АС) для уровней установки над нулевой отметкой в соответствии с таблицами 1 и 2.

4.12.4 Требования по 4.12.1 при значениях сейсмических воздействий, отличающихся от указанных в 4.12.3, а также требования по 4.12.2 устанавливают для конкретных изделий в соответствии с порядком по 4.9 и 4.10.

4.12.5 Изделия, которые при предъявлении к ним конкретных требований по сейсмическим воздействиям не могут быть отнесены к группам сейсмобезопасности 0—2, считают несейсмостойкими при этих сейсмических воздействиях.

Примечание — Если для изделий установлены значения сейсмических воздействий в соответствии с 4.12.3, но для высот установки над нулевой отметкой, при которых изделия не соответствуют условиям по 4.12.1, то такие изделия относят к условиям по 4.12.2.

4.13 Типовые формулировки записи в стандартах и ТУ на изделия требований по сейсмостойкости приведены в приложении Г».

Пункт 5.5 дополнить словами: «(внутренних нагрузок, возникающих в изделии в результате его работы по назначению)».

Пункт 5.11. Заменить слова: «по таблице 2» на «по таблице 3»; «Таблица 2» на «Таблица 3».

Приложение А. Наименование изложить в новой редакции:

«ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Вероятность появления значений ускорений сейсмических воздействий. Общие положения

(в соответствии с данными FEMA 96/1988 [5])»;

третий, четвертый, шестой абзацы. Заменить слова: «вероятность недостижения» на «вероятность непревышения»;

четвертый абзац после слов «Более того, так как при составлении карт сейсмичности проводят увязку и пригонку различных по полноте данных,» дополнить словами: «и их усреднение для больших площадей (например, 1000 км^2)»;

пятый абзац. Заменить слова: «срок службы 50 лет» на «срок службы L=50 лет»;

таблицу А.1 исключить;

седьмой абзац. Заменить слова: «В таблице А.1» на «В таблице Б.1», «для разных «вероятностей недостижения» (в таблице — «вероятность

(Продолжение см. с. 46)

недостижения» на базе 50 лет)» на «для разных «вероятностей непревышения» (в таблице — «вероятность непревышения» при сроке L = 50 лет)»;

после слов «получены путем экстраполяции» дополнить словами: «При больших интервалах повторяемости для того же района значение ЭПУ увеличивается, причем в разной степени для районов с разной интенсивностью землетрясений»;

девятый — одиннадцатый абзацы (со слов «Рекомендации настоящего приложения») исключить.

Приложение Б изложить в новой редакции:

«ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Вероятность появления значений ускорений сейсмических воздействий. Вычисления

Б.1 В соответствии с приложением А принято, что ускорения, полученные по данным рисунков 1 и 2, не превышаются в данной местности в течение 50 лет с вероятностью 90 %.

Примечание — 50 лет — расчетный срок службы (срок L).

Решение о применении расчетных сроков службы, отличающихся от 50 лет, и (или) «вероятностей непревышения», отличающихся от 90 %, принимают в технико-экономических обоснованных конкретных случаях заказчики и проектировщики (изготовители) изделий с учетом требуемой вероятности безотказной работы изделий и их конструктивных особенностей.

В этом случае ускорения, определяемые по рисункам 1 и 2, должны быть скорректированы в соответствии с Б.2—Б.5.

Дальнейшие вычисления, согласно разделам 4 и 5 и приложению В, проводят, используя скорректированные значения ускорений, по рисункам 1 и 2.

Примечание — Учитывая, что в Республике Армения могут применяться значения условных интенсивностей землетрясения 8,5 баллов, в этом случае допускается при расчетах ускорений с использованием таблиц 1, 2 и Б.1 принимать значения коэффициентов, равные среднему арифметическому между значениями, установленными для условных интенсивностей 8 и 9 баллов по MSK.

Б.2 ЭПУ в относительных единицах для срока L=50 лет и «вероятностей непревышения», отличающихся от 90 %, определяют по таблице Б.1, разработанной по данным [5].

(Продолжение см. с. 47)

Таблица Б.1

Вероятность непревышения при сроке L = 50 лет, %	Ежегодный риск, доли единицы	Средняя повторяемость, годы	Эффективное пиковое ускорение					
			м/с²			относительные единицы (по отношению к 90 %)		
			для интенсивности землетрясений, баллы по MSK-64 или EMS-98					
			9	8	7	9	8	7
0,7	0,1	10	1,0 (0,1)	0,35 (0,035)	0,18 (0,018)	0,25	0,18	0,18
50	0,02	50	1,8 (0,18)	0,7 (0,07)	0,25 (0,025)	0,45	0,35	0,25
61	0,01	100	2,5 (0,25)	1,0 (0,1)	0,5 (0,05)	0,63	0,5	0,5
90	0,002	500	4,0 (0,4)	2,0 (0,2)	1,0 (0,1)	1,0	1,0	1,0
95	0,001	1000	4,5 (0,45)	2,4 (0,24)	1,25 (0,125)	1,15	1,2	1,25
98	0,0005	2000	6,0 (0,6)	3,0 (0,3)	2,0 (0,2)	1,5	1,5	2,0
99	0,0002	5000	6,5 (0,65)	4,0 (0,4)	2,5 (0,25)	1,6	2,0	2,5
99,5	0,0001	10000	7,0 (0,7)	5,0 (0,5)	3,0 (0,3)	1,75	2,5	3,0
99,95	0,00001	100000	7,5 (0,75)	7,0 (0,7)	6,5 (0,65)	1,9	3,5	6,5

Примечания — 1 Приведенная в настоящей таблице интенсивность землетрясения в баллах установлена для повторяемости землетрясений 1 раз в 500 лет. Эта интенсивность является условным показателем сейсмической опасности местности (условная интенсивность). При другой повторяемости землетрясений фактическая интенсивность будет другой, так как ускорение будет также другим. Например, для условной интенсивности 7 баллов при повторяемости 1 раз в 2000 лет ускорение удваивается. Следовательно, фактическая интенсивность будет составлять 8 баллов.

2 При использовании карт общего сейсмического районирования [6] и [7] для определения интенсивности землетрясения в баллах по [1] для данной местности учитывается следующее:

(Продолжение см. с. 48)

а) является предпочтительным определять значение интенсивности землетрясений как условное, т.е. для повторяемости 1 раз в 500 лет (например, по карте [6]). При необходимости определить значение ускорения сейсмического воздействия в данной местности для других повторяемостей используют требования таблицы Б.1 и раздела Б.2;

б) допускается определять значение интенсивности землетрясений для повторяемости землетрясения 1 раз в 1000 и 5000 лет соответственно по картам В и С [6]. В этом случае при расчете по требованиям настоящего стандарта ускорения сейсмического воздействия значение интенсивности землетрясений, определенное по баллам интенсивности [1], рассматривают как условное, а полученные значения ускорений сейсмического воздействия не корректируют в соответствии с таблицей А.1 для соответствующих вероятностей непревышения. Исключение составляет случай, когда по карте С [6] (для повторяемости 1 раз в 5000 лет) для данной местности получено значение интенсивности землетрясения 8, 7 или 6 баллов по MSK-64 [1]. В этих случаях полученное значение ускорения для интенсивностей 7 или 6 баллов увеличивают в 1,25 раз.

Следует учитывать, что способ определения ускорения сейсмического воздействия по настоящему перечислению менее точен, чем по перечислению а).

Б.3 При необходимости определения «вероятности непревышения» (P_L) для расчетных сроков службы, отличающихся от 50 лет, используют формулу

$$P_L = 100 - \frac{100 - P_{50}}{50} \cdot L, \qquad \text{(Б.1)}$$

где P_L — «вероятность непревышения» при сроке L (при тех же значениях ЭПУ, что и для соответствующей P_{50});

P_{50} — «вероятность непревышения» при сроке L = 50 лет (по таблице Б.1).

Б.4 Если необходимо определить значение ЭПУ (в относительных единицах) при заданной «вероятности непревышения» $P_{L\,зад}$ при сроке L, отличающемся от 50 лет, проводят следующие вычисления:

а) пользуясь формулой (Б.1), определяют значения «вероятностей непревышения» P_{L1} и P_{L2} для двух соседних значений P_{50}, указанных в таблице Б.1 и обозначаемых соответственно $P_{50.1}$ и $P_{50.2}$. Значения $P_{50.1}$ и $P_{50.2}$ выбирают такими, чтобы полученные после вычисления значения P_{L1} и P_{L2}, как правило, удовлетворяли соотношению (Б.2):

$$P_{L1} < P_{L\,зад} < P_{L2}. \qquad \text{(Б.2)}$$

(Продолжение см. с. 49)

Примечание — Согласно Б.2 значение ЭПУ для P_{L1} является таким же, как для $P_{50.1}$, а для P_{L2} — как для $P_{50.2}$;

б) определяют искомое значение $ЭПУ_{тр}$ по формуле (Б.3)

$$ЭПУ_{тр} = \frac{ЭПУ_2 - ЭПУ_1}{P_{L2} - P_{L1}} \cdot (P_{Lзад} - P_{L1}) + ЭПУ_1, \qquad (Б.3)$$

где $ЭПУ_1$ и $ЭПУ_2$ — значения ЭПУ в относительных единицах, определенные по таблице Б.1, соответственно при значениях $P_{50.1}$ и $P_{50.2}$ для требуемых интенсивностей землетрясения в баллах;

P_{L1} и P_{L2} — «вероятности непревышения», вычисленные по перечислению а).

Б.5 Требуемое скорректированное значение ускорения по рисункам 1 и 2 $A_{тр}$ в м/с^2 (g) определяют по формуле (Б.4)

$$A_{тр} = A \cdot ЭПУ_{тр}, \qquad (Б.4)$$

где $A_{тр}$ — требуемое скорректированное значение ускорения в м/с^2 (g), полученное для требуемой «вероятности непревышения» и требуемого срока L, заданных интенсивности землетрясения и уровня установки изделия над нулевой отметкой;

A — нескорректированное значение ускорения в м/с^2 (g), полученное по рисункам 1 и 2;

$ЭПУ_{тр}$ — значение ЭПУ (в относительных единицах, определенное по пункту Б.3 или формуле (Б.3).

Пример: Определить значение ЭПУ в относительных единицах для 8-бального землетрясения для «вероятности непревышения» 98 % при расчетном сроке службы 30 лет.

а) Определяем значения P_{L1} и P_{L2}:

- с учетом ограничения соотношения (Б.2) выбираем значения $P_{50.1}$ и $P_{50.2}$, обозначенные в таблице Б.1:

$$P_{50.1} = 95\ \%;\ P_{50.2} = 99\ \%;$$

- в соответствии с формулой (Б.3):

$$P_{L1} = 100 - \frac{(100-95)}{50} \cdot 30 = 97;$$

$$P_{L2} = 100 - \frac{(100-99)}{50} \cdot 30 = 99{,}4.$$

б) По формуле (Б.3) для 8-бального землетрясения:

$$ЭПУ_{тр} = \frac{2{,}0 - 1{,}2}{99{,}4 - 97} \cdot (98 - 97) + 1{,}2 = 1{,}53\ ».$$

(Продолжение см. с. 50)

Приложение В изложить в новой редакции:

«ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Соотношение между требованиями по сейсмостойкости и группами механического исполнения изделий при эксплуатации по ГОСТ 30631

В.1 Если требования по механическим внешним воздействующим факторам (ВВФ) при эксплуатации установлены в виде групп механического исполнения изделий по ГОСТ 30631 и к этим изделиям предъявлены требования по сейсмостойкости, руководствуются следующим:

а) если указанные в настоящем пункте значения эффективного пикового ускорения спектра воздействия (далее ЭПУСВ) равны или больше значения максимальной амплитуды ускорения вибрационного воздействия для соответствующей группы механического исполнения изделий, то к последним предъявляются дополнительные требования по сейсмостойкости в полном объеме согласно 4.2 и 4.3;

б) если определенные в соответствии с 4.2 и 4.3 значения ЭПУСВ и максимальные значения сейсмического воздействия меньше максимальной амплитуды ускорения вибрационного воздействия для соответствующей группы механического исполнения, к изделиям не предъявляют дополнительных требований по сейсмостойкости;

в) если определенные в соответствии с 4.2 и 4.3 значения ЭПУСВ меньше, а значение максимального ускорения сейсмического воздействия больше максимальной амплитуды ускорения вибрационного воздействия для соответствующей группы механического исполнения, то к изделиям предъявляют дополнительные требования по сейсмостойкости в частичном объеме, руководствуясь требованиями В.2, а также В.4.

В.2 Соотношения между указанными группами механического исполнения и требованиями по сейсмостойкости устанавливают по таблицам В.1 и В.4 (для повторяемости землетрясений 1 раз в 500 лет) и таблицам В.3 и В.5 (для повторяемости землетрясений 1 раз в 10 000 лет) при расчетном сроке службы L = 50 лет.

Таблицы В.1 и В.4 применяют для изделий по 4.2, перечисление а); таблицы В.3 и В.5 — для изделий по 4.2, перечисление б).

Примечание — В таблицах В.1 и В.3 выражение (М6 или М7, М43) +ДТ 3, 4 (пример) означает, что в указанных в таблице В.2 диапазонах частот заменяется значение амплитуды ускорения синусоидальной вибрации, установленное для групп М6 или М7, М43 по ГОСТ 30631 (в таблице В.1 или В.3) на значение амплитуды ускорения, установленное в таблице В.2. В приведенном примере максимальную амплитуду ускорения синусоидальной вибрации в горизонтальных направлениях для требований по виброустойчивости определяют следующим образом:

(Продолжение см. с. 51)

Диапазон частот, Гц	0,5—2	2—10	Св.10 до 15	Св.15 до 200
Максимальная амплитуда ускорения, м/с^2 (g)	От 0,8 (0,08) до 13 (1,3) (по примечанию к таблице В.2)	13 (1,3) (по таблице В.2)	От 13 (1,3) до 10 (1,0) (по таблице В.2)	10 (1,0) (по ГОСТ 30631 и таблице В.1)

В.3 Вместо групп механического исполнения, указанных в таблицах В.1 и В.3 — В.5, могут быть применены другие группы механического исполнения по ГОСТ 30631, соответствующие более жестким требованиям по максимальной амплитуде ускорения вибрационного воздействия. При этом учитывают возможность перехода от требования по В.1, перечисление в), к требованию по В.1, перечисление б).

В.4 Требования В.1 могут быть применены (в порядке, установленном в приложении Б) для «вероятностей непревышения» (повторяемости землетрясения), не указанных в В.2, и при расчетных сроках службы, отличающихся от 50 лет. В этих случаях дополнительные требования по сейсмостойкости в соответствии с В.1, перечисление в) в диапазонах частот, более узких, чем 0,5—30 Гц, определяют следующим образом:

а) требования по синусоидальной вибрации, установленные для соответствующей группы механического исполнения, представляют в виде графика зависимости между максимальной амплитудой ускорения и частотой синусоидальной вибрации в диапазоне от 0,5 до 30 Гц;

б) требования по сейсмостойкости представляют в виде графика зависимости между амплитудой ускорения синусоидальной вибрации и частотой колебаний, полученных по требованиям 4.2, 4.3, 4.9 и приложения Б отдельно для горизонтального и вертикального направлений.

Примечание — Требования по сейсмостойкости представляют в виде спектра воздействия. Для полученных в соответствии с 4.9 спектров ответа ускорение для спектров воздействия вычисляют по формуле

$$A_{вf} = 0{,}25\ A_{от5f}, \qquad (В.1)$$

где $A_{вf}$ — значение максимальной амплитуды синусоидальной вибрации в спектре воздействия при частоте f;

$A_{от5f}$ — значение максимальной амплитуды синусоидальной вибрации в спектре ответа для относительного демпфирования 5 % при частоте f;

в) сравнивают графики, полученные по перечислениям а) и б), путем их наложения;

г) значения ускорений дополнительных требований устанавливают раздельно для трех диапазонов частот, как указано ниже:

(Продолжение см. с. 52)

- для диапазона частот от 2 до 10 Гц ускорение воздействия синусоидальной вибрации устанавливают равным максимальному значению ускорения сейсмического воздействия, полученному из построенного графика;

- для диапазона частот от 0,5 до 2 Гц ускорение воздействия синусоидальной вибрации принимают по примечанию 1 к таблице В.1;

- для диапазона частот от 10 до 25 Гц ускорение воздействия синусоидальной вибрации плавно уменьшается от значения, установленного для 10 Гц, до значения максимального ускорения синусоидальной вибрации, установленного для соответствующей группы механического исполнения.

В этих диапазонах полученные значения ускорений принимают в качестве требований по виброустойчивости вместо установленных в этих диапазонах требований по синусоидальной вибрации для данной группы механического исполнения.

В.5 Изделия, соответствующие настоящему приложению:

- подвергают испытаниям на сейсмостойкость только в установленных настоящим приложением пределах дополнительных требований по сейсмостойкости;

- не подвергают испытаниям на сейсмостойкость, если дополнительные требования по сейсмостойкости не установлены для данной группы механического исполнения, указанной в В.2 или В.4 и таблицах В.1, В3 — В.5.

Таблица В.1

Интенсивность землетрясений, баллы по MSK-64 [1]		Группы механического исполнения по ГОСТ 30631 и дополнительные требования по таблице В.2 при уровне установки изделий над нулевой отметкой, м		
для встроенных элементов	для стационарных изделий	От 0 до 10, ниже 0 до нижнего уровня фундамента	Св. 10 до 35	Св. 35 до 70
9	—	—	—	(М5 или М41) +ДТ 1
		—	(М1, М2 или М3, М4, М42) +ДТ 5	(М1, М2 или М3, М4, М42) +ДТ 3, 4
		(М1, М2 или М3, М4, М42) +ДТ 11[1)]	(М1, М2 или М3, М4, М42) +ДТ 5,6	—

(Продолжение см. с. 53)

Окончание табл. В.1

Интенсивность землетрясений, баллы по MSK-64 [1]		Группы механического исполнения по ГОСТ 30631 и дополнительные требования по таблице В.2 при уровне установки изделий над нулевой отметкой, м		
для встроенных элементов	для стационарных изделий	От 0 до 10, ниже 0 до нижнего уровня фундамента	Св. 10 до 35	Св. 35 до 70
8	9	—	(М13 или М38) + ДТ 5	(М13 или М38) + ДТ 5
		(М1, М2 или М3, М4, М42) + ДТ 11	(М1, М2 или М3, М4, М42) + ДТ 11	(М1, М2 или М3, М4, М42) +ДТ 9, 10
		М39 или М40	(М39 или М40) + ДТ 11, 12	—
7	8	—	(М1, М2 или М3, М4, М42) + ДТ 11	(М1, М2 или М3, М4, М42) +ДТ 11
		М13 или М38	М39 или М40	(М39 или М40) + ДТ 21, 22
6	7	(М13 или М43) + ДТ 17	(М13 или М43) + ДТ 17, 18	(М13 или М43) + ДТ 15, 16
5	6	(М13 или М43) + ДТ 17	(М13 или М43) + ДТ 17	(М13 или М43) + ДТ 17
4	5	(М13 или М43) + ДТ 17	(М13 или М43) + ДТ 17	(М13 или М43) + ДТ 17

(Продолжение см. с. 54)

Таблица В.2

Номер ДТ	Диапазон частот, Гц	Ускорение, м/с² (g)	
		в горизонтальном направлении	в вертикальном направлении
1	От 2 до 10	20 (2)	15 (1,5)
2	От 10 до 25	От 20 (2) до 10 (1)	От 15 (1,5) до 10 (1)
3	От 2 до 10	13 (1,3)	—
4	От 10 до 15	От 13 (1,3) до 10 (1)	—
5	От 2 до 10	10 (1)	7,5
6	От 10 до 25	От 10 (1) до 5 (0,5)	От 7,5 (0,75) до 5 (0,5)
7	От 2 до 10	7,5	—
8	От 10 до 20	От 7,5 (0,75) до 5 (0,5)	—
9	От 2 до 10	6 (0,6)	—
10	От 10 до 15	От 6 (0,6) до 5 (0,5)	—
11	От 2 до 10	5 (0,5)	3,5 (0,35)
12	От 10 до 25	От 5 (0,5) до 2,5 (0,25)	От 3,5 (0,35) до 2,5 (0,25)
13	От 2 до 10	2 (0,2)	1,5 (0,15)
14	От 10 до 25	От 2 (0,2) до 1 (0,1)	От 1,5 (0,15) до 1 (0,1)
15	От 2 до 10	1,5 (0,15)	—
16	От 10 до 15	От 1,5 (0,15) до 1 (0,1)	—
17	От 2 до 10	1,2 (012)	—
18	От 10 до 15	От 1,3 (0,13) до 1 (0,1)	—
19	От 2 до 10	4 (0,4)	3 (0,3)
20	От 10 до 20	От 4 (0,4) до 2,5 (0,25)	От 3 (0,3) до 2,5 (0,25)
21	От 2 до 10	3 (0,3)	2 (0,2)
22	От 10 до 15	От 3 (0,3) до 2,5 (0,25)	От 2 (0,2) до 1,5 (0,15)
23	От 2 до 10	2,5 (0,25)	1,5 (0,15)
24	От 10 до 25	От 2,5 (0,25) до 1,3 (0,13)	От 1,5 (0,15) до 1 (0,1)
25	От 2 до 10	15 (1,5)	10 (1)
26	От 10 до 20	От 15 (1,5) до 10 (1)	От 10 (1) до 7,5 (0,75)
27	От 2 до 10	25 (2,5)	20 (2)
28	От 10 до 15	От 25 (2,5) до 20 (2)	От 20 (2) до 15 (1,5)
29	От 2 до 10	35 (3,5)	25 (2,5)
30	От 10 до 20	От 35 (3,5) до 20 (2)	От 25 (2,5) до 15 (1,5)
31	От 2 до 10	43 (4,3)	30 (3)
32	От 10 до 25	От 43 (4,3) до 20 (2)	От 30 (3) до 15 (1,5)

(Продолжение см. с. 55)

Таблица В.3

Интенсивность землетрясений, баллы по MSK-64 [1]		Группы механического исполнения по ГОСТ 30631 и дополнительные требования по таблице В.2 при уровне установки изделий над нулевой отметкой, м		
для встроенных элементов	для стационарных изделий	От 0 до 10, ниже 0 до нижнего уровня фундамента	Св. 10 до 35	Св. 35 до 70
9	—	—	(М5 или М41)	(М5 или М41)
		(М6 или М7, М43)	(М6 или М7, М43) +ДТ 1, 2	(М6 или М7, М43) +ДТ 1, 2
8	9	—	(М6 или М7, М43)	(М6 или М7, М43)
		(М1, М2 или М3, М4, М42)	(М1, М2 или М3, М4, М42) + ДТ 5, 6	(М1, М2 или М3, М4, М42) + ДТ 5, 6
7	8	—	(М6 или М7, М43)	(М6 или М7, М43)
		(М1, М2 или М3, М4, М42)	(М1, М2 или М3, М4, М42) + ДТ 9, 10	(М1, М2 или М3, М4, М42) + ДТ 7, 8
		(М39 или М40) + ДТ 19, 20	—	—
6	7	—	(3М2, 4М2)	(3М2, 4М2)
		М39 или М40	(М39 или М40) + ДТ 19, 20	(М39 или М40) + ДТ 11, 12
		(М1, М2 или М3, М4, М42) + ДТ 13, 14	—	—
		—	М39 или М40	М39 или М40
5	6	—	—	(М1, М2 или М3, М4, М42)
		(М13, М38)	(М13, М38) + ДТ 13, 14	—
4	5	(М13, М38)	(М13, М38)	(М13, М38)

(Продолжение см. с. 56)

Таблица В.4

Интенсивность землетрясения, баллы по MSK-64 [1]		Группы механического исполнения изделий по ГОСТ 30631 и дополнительные требования (ДТ) по таблице В.2 при уровне установки изделий над нулевой отметкой, м				
для встроенных элементов	для стационарных изделий	От 0 до 5, ниже 0 до нижней границы фундамента	Св. 5 до 10	Св. 10 до 25	Св. 25 до 35	Св. 35 до 70
9	—	—	—	М5 или М41	(М5 или М41)+ ДТ 27,28	(М5 или М41)+ ДТ 29,30
		—	М6 или М7, М43	(М6 или М7, М43) + ДТ 1, 2	—	—
		М1, М2 или М3, М4, М42	(М1, М2 или М3, М4, М42) + ДТ 5, 6	—	—	—
		(М39 или М40) + ДТ 23, 24	—	—	—	—
8	9	—	—	—	М6 + ДТ 3, 4	М6 + ДТ 25, 26
		—	М1, М2 или М3, М4, М42	М1 + ДТ 11, 12	—	—
		М39 или М40	(М39 или М40) + ДТ 11, 12	—	—	—
		(М13 или М38) + ДТ 23, 24	—	—	—	—
7	8	—	—	М1	М1 + ДТ 9, 10	М1 + ДТ 7, 8
		—	М39	М39 + ДТ 23, 24	—	—
		М13	М13	М13 + ДТ 23, 24	—	—

(Продолжение см. с. 57)

Окончание таблицы В.4

Интенсивность землетрясения, баллы по MSK-64 [1]		Группы механического исполнения изделий по ГОСТ 30631 и дополнительные требования (ДТ) по таблице В.2 при уровне установки изделий над нулевой отметкой, м				
для встроенных элементов	для стационарных изделий	От 0 до 5, ниже 0 до нижней границы фундамента	Св. 5 до 10	Св. 10 до 25	Св. 25 до 35	Св. 35 до 70
6	7	—	—	М39	(М39 или М40) + ДТ 21, 22	(М39 или М40) + ДТ 19, 20
		М13 или М38	М13 или М38	(М13 или М38)+ ДТ 23, 24	—	—
		М13 или М38	М13 или М38	М13 или М38	(М13 или М38) + ДТ 17, 18	(М13 или М38) + ДТ 27, 28
4	5	М13 или М38	М13 или М38	М13 или М38	М13 или М38	М13 или М38

Таблица В.5

Интенсивность землетрясения, баллы по MSK-64 [1]		Группы механического исполнения изделий по ГОСТ 30631 и дополнительные требования (ДТ) по таблице В.3 при уровне установки изделий над нулевой отметкой, м				
для встроенных элементов	для стационарных изделий	От 0 до 5, ниже 0 до нижней границы фундамента	Св. 5 до 10	Св. 10 до 25	Св. 25 до 35	Св. 35 до 70
9	—	—	М5 или М41	(М5 или М41) + ДТ 29, 30	(М5 или М41) + ДТ 31, 32	—
		М6 или М7, М43	(М6 или М7, М43) + ДТ 1,2	—	—	—

(Продолжение см. с. 58)

Продолжение таблицы В.5

Интенсивность землетрясения, баллы по MSK-64 [1]		Группы механического исполнения изделий по ГОСТ 30631 и дополнительные требования (ДТ) по таблице В.3 при уровне установки изделий над нулевой отметкой, м				
для встроенных элементов	для стационарных изделий	От 0 до 5, ниже 0 до нижней границы фундамента	Св. 5 до 10	Св. 10 до 25	Св. 25 до 35	Св. 35 до 70
8	9	—	—	М5 или М41	(М5 или М41)+ ДТ 29, 30	(М5 или М41) + ДТ 31, 32
		—	М6 или М7, М43	(М6 или М7, М43) +ДТ 1, 2	(М6 или М7, М43) +ДТ 29, 30	(М6 или М7, М43) +ДТ 31, 32
		М1, М2 или М3, М4, М42	(М1, М2 или М3, М4, М42) +ДТ 5, 6	(М6 или М7, М43) +ДТ 1, 2	—	—
7	8	—	—	—	—	М5 или М41
		—	—	М6 или М7 +ДТ 3, 4	М6 или М7+ ДТ 25, 26	М6 или М7 +ДТ 1, 2
		—	М1, М2 или М3, М4, М42 +ДТ 9, 10	—	—	—
		(М39 или М40) + ДТ 21, 22	—	—	—	—
6	7	—	—	—	М6 или М7, М43	М5 или М41
		—	М1, М2 или М3; М4, М42	(М1, М2 или М3; М4, М42) +ДТ 7,8	(М1, М2 или М3; М4, М42) +ДТ 5,6	—
		М39 или М40	(М39 или М40) + ДТ 19, 20	—	—	—
		(М13 или М38, М43) + ДТ 13, 14	—	—	—	—

(Продолжение см. с. 59)

Окончание таблицы В.5

Интенсивность землетрясения, баллы по MSK-64 [1]		Группы механического исполнения изделий по ГОСТ 30631 и дополнительные требования (ДТ) по таблице В.3 при уровне установки изделий над нулевой отметкой, м				
для встроенных элементов	для стационарных изделий	От 0 до 5, ниже 0 до нижней границы фундамента	Св. 5 до 10	Св. 10 до 25	Св. 25 до 35	Св. 35 до 70
5	6	—	—	М1, М2 или М3; М4, М42	М1, М2 или М3; М4, М42	М1, М2 или М3; М4, М42 +ДТ 11, 12
		М39 или М40	М39 или М40	(М39 или М40)+ ДТ 19, 20	(М39 или М40) +ДТ 11, 12	—
		М3 или М48	(М13 или М38) + ДТ 13, 14	—	—	—
4	5	—	—	М39 или М40	М39 или М40	(М39 или М40) + ДТ 21, 22
		М13 или М38	М13 или М38	(М13 или М38) + ДТ 13, 14	(М13 или М38)+ ДТ 23, 24	—
3	4	М13 или М38	М13 или М38	М13 или М38	М13 или М38	(М13 или М38) + ДТ 15, 16

Примечания к таблицам В.1 — В.5

Значения максимальной амплитуды ускорения вибрационного воздействия в диапазоне частот от 0,5 до 2 Гц изменяются от значения $a_{0,5}$ до значения a_2, соотношение между которыми определяют по формуле

$$a_{0,5} = \frac{a_2}{16}, \qquad (В.2)$$

где $a_{0,5}$ — значение максимальной амплитуды ускорения вибрационного воздействия для частоты 0,5 Гц (м/с^2);

a_2 — максимальная амплитуда ускорения вибрационного воздействия, указанная в таблице В.2 для частоты 2 Гц или для указанной в таблицах В.1, В.3—В.5 группы механического исполнения, если для этой группы в данной таблице не установлено дополнительных требований.

(Продолжение см. с. 60)

В.6 Результаты вычисления сейсмических ускорений в соответствии с настоящим стандартом применяют для установления режимов испытаний для расчетов по разделу 5, но, как правило, не указывают нормативных документов на конкретные изделия. Допускается указывать эти данные в нормативных документах на конкретные изделия в качестве справочных материалов».

Приложение Г дополнить пунктами — Г.6, Г.7:

«Г.6 Если в соответствии с 4.2, 4.3 и приложением Б для конкретных типов изделий приняты расчетный срок службы и (или) повторяемость землетрясений, отличные от L=50 лет и 1 раза в 500 лет соответственно, то в Г.3 и Г.4 вместо слов «землетрясений интенсивностью _____
указывают баллы
баллов по MSK-64» записывают:

«ускорения землетрясения, соответствующего (согласно ГОСТ 30546.1) «вероятности непревышения» при условной интенсивности в баллах по MSK-64 _____, расчетном сроке службы _____ и
указывают баллы
при установке над нулевой отметкой _____ м».

Для случая по перечислению б) примечания 2 таблицы Б.1 в этой записи слова «условная интенсивность землетрясений в баллах по MSK-64» заменяют на: «интенсивность землетрясений в баллах по MSK-64 при повторяемости 1 раз в _____ лет.
указывают 1000 или 5000

Г.7 При выполнении требований 4.12.2 дополнительно к записям по Г.3, Г.4, Г.6 записывают:

«Изделия также сейсмостойки при воздействии _____;
записывают формулировку по Г.3, Г.4 или Г.6 при значениях воздействий по 4.12.2 при группе сейсмостойкости изделий 1 (или 2) по ГОСТ 30546.1».

При необходимости далее записывают:

«При этом параметры изделий _____
указывают параметры изделий (номера _____ имеют следующие отличия от номинальных пунктов НД на изделие)
(указывают значения параметров, отличные от номинальных или отличия параметров от номинальных)».

Приложение Д изложить в новой редакции:

(Продолжение см. с. 61)

(Продолжение изменения № 1 к ГОСТ 30546.1—98)

«ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(справочное)

Сравнение вероятностных показателей для сейсмических воздействий при проектных и максимальных расчетных землетрясениях

Д.1 Ранее при проектировании АС в части сейсмостойкости принимались два уровня интенсивности землетрясений — проектные землетрясения (далее ПЗ) и максимально расчетные землетрясения (далее МРЗ).

При рассмотрении вопросов, связанных с этими уровнями, различают три аспекта:

- определение понятий;
- требования к изделиям и объекту в целом при воздействии на них землетрясения, указанного в уровне интенсивности;
- значения сейсмических нагрузок и соотношение между этими значениями при землетрясениях, указанных в уровне интенсивности.

По ранее действующему определению ПЗ — это ускорение которого соответствует уровню интенсивности землетрясения в баллах для данной местности при повторяемости землетрясения 1 раз в 500 лет (условная интенсивность по таблице Б.1). За МРЗ принимали землетрясение, уровень интенсивности которого был выше на 1 балл. Считалось, что для данной местности это соответствует землетрясению с повторяемостью 1 раз в 10000 лет.

Таким образом, для всех интенсивностей землетрясений ПЗ в баллах значение ускорения для МРЗ в два раза превышало значения ускорения для ПЗ.

Впоследствии определения ПЗ и МРЗ были несколько изменены. ПЗ определялось как землетрясение при повторяемости 1 раз в 500 или 1000 лет, МРЗ — 1 раз в 10000 лет. Интенсивность землетрясения для данной местности в баллах определяли по картам ОСР-97 [7], по которым для подавляющего большинства географических пунктов различие между интенсивностями землетрясений с повторяемостями, принятыми для ПЗ и МРЗ, составляло 1 балл. Таким образом, отношение значений ускорений для МРЗ и ПЗ, равное двум, оставалось в силе для подавляющего большинства географических пунктов.

Для АС в целом устанавливалось требование, что при ПЗ станция должна сохранять уровень безопасности и уровень выработки электроэнергии во время и после землетрясения, а при МРЗ станция должна сохранять уровень безопасности во время и после землетрясения, но во время землетрясения возможно прекращение выработки электроэнергии.

Указанные уровни ускорения землетрясения устанавливались как пред-

(Продолжение см. с. 62)

варительные перед началом проектирования, а затем корректировались путем умножения на соответствующие коэффициенты, зависящие, в основном, от грунтовых условий. Таким образом, соотношение между ПЗ и МРЗ после корректировки сохранялось.

Для изделий при прохождении ПЗ должна была сохраняться работоспособность во время и после землетрясения. А при прохождении МРЗ это требование сохранялось только для изделий, обеспечивающих работу систем безопасности (в первую очередь радиационной), а для других изделий допускались сбои во время землетрясений.

Д.2 В настоящем стандарте установлена более гибкая система определения значений расчетных ускорений.

Для наиболее ответственных изделий и систем устанавливают ускорение расчетного землетрясения не путем удвоения ПЗ, а путем определения ускорения в соответствии с измененной степенью риска появления отказов. Это ускорение определяют согласно 4.3. При этом учитывается, что применявшийся ранее принцип удвоения значений ускорения для МРЗ по отношению к ПЗ приводил к некоторым некорректностям расчетов, так как для разных условных интенсивностей землетрясений в баллах при удвоении значения ускорения получаются разные вероятностные показатели (см. таблицу Д.1, в которой приведено сравнение вероятностных показателей для сейсмических воздействий при ПЗ и МРЗ).

Примечание — Понятия ПЗ и МРЗ соответствовали понятиям об уровнях землетрясений S_1 и S_2 по МЭК 60068—3—3, МЭК 60980 или SL1 и SL2 по МАГАТЕ 50-SG-D15 соответственно (см. Е.2.4—Е.2.6).

Таблица Д.1

Вероятностный показатель	Вид расчетного землетрясения	Вероятностные показатели для условных интенсивностей землетрясений по MSK-64, баллы		
		7	8	9
«Вероятность непревышения» на базе L=50 лет, %	ПЗ	90	90	90
	МРЗ	98	98,75	99,95
Ежегодный риск, доли единицы	ПЗ	0,002	0,002	0,002
	МРЗ	0,0005	0,0003	0,0001
Средняя повторяемость, годы	ПЗ	500	500	500
	МРЗ	2 000	50 000	100 000

(Продолжение см. с. 63)

Стандарт **дополнить приложениями** — Е, Ж:

«ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(справочное)

Информационные данные о соответствии настоящего стандарта международным стандартам

Е.1 Общие положения

Е.1.1 МЭК 60980 и MAFATE 50-SG-D15 содержат обобщенные описания явлений землетрясения, а также описания этапов сейсмического проектирования и сейсмической квалификации оборудования АС без приведения конкретных значений сейсмических воздействий и без конкретизации, применительно к АС, за исключением п. Е.2.3.

МЭК 60721—2—6, МЭК 60068—3—3 содержат более конкретные данные о явлениях землетрясения и о режимах испытаний на сейсмостойкость.

Е.1.2 МЭК 60980 и МАГАТЕ 50-SG-D15 в отличие от настоящего стандарта не содержат конкретных значений сейсмических воздействий, которые можно было бы использовать как технические требования для сейсмического проектирования конкретных АС или расчета и сейсмической квалификации конкретного оборудования.

Е.1.3 MAFATE 50-SG-S1 содержит спектры ответа землетрясений, в основном совпадающие со спектрами ответа, приведенными в настоящем стандарте (для коэффициента демпфирования 5 % значения коэффициента динамичности (ускорения) на 10—15 % больше; для коэффициента 2 % — на 10—15 % меньше).

Е.1.4 Данные о соответствии настоящего стандарта стандартам МЭК 60068—3—3 и МЭК 60721—2—6 приведены во введении.

Е.2 Сравнительная характеристика настоящего стандарта со стандартами МЭК 60980 и MAFATE 50-SG-D15

Е.2.1 Оба стандарта содержат аналогичные описания порядка сейсмической квалификации оборудования, причем в МЭК 60980 более подробно излагаются разделы, относящиеся к сейсмической квалификации путем испытаний, а в МАГАТЕ 50-SG-D15 — общие понятия, относящиеся к сейсмическому проектированию оборудования АС.

Е.2.2 В таблице Е.1 приведена краткая характеристика содержания глав. В пунктах Е.2.3—Е.2.6 приведена более полная сравнительная характеристика некоторых стандартов.

(Продолжение см. с. 64)

Таблица Е.1

Стандарт МЭК 60980:1990[1)]		Публикация МАГАТЭ 50-SG-D15:1992[1)]	
	Введение		Определения
1	Область применения	1	Введение
			Основные положения
			Цель
			Область применения
			Указания по расчету конструкций
2	Определения	2	Основные указания. Общие положения
			Уровни землетрясений
			Сейсмическая квалификация конструкционных систем и их элементов (категория 1, категория 2)
			Сочетание нагрузок землетрясений с другими нагрузками
			Учет допустимых пределов нагрузок и деформаций
3	Сейсмическая окружающая среда и реакция оборудования	3	Сейсмическое проектирование
3.1	Сейсмическая окружающая среда		Общий подход к сейсмическому проектированию
3.2	Оборудование, установленное на фундаментах		Гражданские инженерные сооружения
3.3	Оборудование, установленное в строительных и других конструкциях		Фундаменты
			Трубопроводы и оборудование
3.4	Моделирование землетрясения		Улучшение вибрационных характеристик элементов
3.5	Акселерограмма		
3.6	Демпфирование		Учет особенностей повреждений новых типов оборудования
			Функциональные аспекты сейсмического проектирования
			Влияние вертикальных перемещений

(Продолжение см. с. 65)

Продолжение табл. Е.1

Стандарт МЭК 60980:1990[1]		Публикация МАГАТЕ 50-SG-D15:1992[1]	
4	Сейсмическая квалификация и оборудование	4	Сейсмическая квалификация: анализ, испытания, опыт эксплуатации и косвенные методы
4.1	Введение		Оценка уровня сейсмического воздействия
4.2	Этапы сейсмической квалификации		Непосредственная квалификация аналитическими методами
			Сейсмическая квалификация путем испытаний
			Общие способы моделирования
			Гражданские инженерные сооружения
			Механическое и электрическое оборудование (составные части)
			Распределительные системы
			Испытания по сейсмической квалификации
5	Сейсмическая квалификация аналитическими методами	5	Сейсмическая квалификация посредством учета опыта эксплуатации
5.1	Анализ оборудования в целом		Косвенный метод
5.2	Анализ подблоков и их взаимосвязь и взаимодействие		
5.3	Проведение сейсмической квалификации		Сейсмические приборы
5.4	Обобщение результатов		Тип, способы размещения и количество приборов
6	Сейсмическая квалификация путем испытаний		Обслуживание приборов
6.1	Введение		Оценка данных
6.2	Условия проведения испытаний		
6.3	Одноосные и многоосные испытания		

(Продолжение см. с. 66)

Окончание табл. Е.1

Стандарт МЭК 60980:1990[1]		Публикация МАГАТЭ 50-SG-D15:1992[1]	
6.4	Выбор вида испытательного воздействия: синусоидальная вибрация (например, методами качающейся или фиксированной частоты), случайная вибрация (например, широкополосная или воздействие соответствующей акселерограммы) и др.		Приложение 1. Методы сейсмического анализа Приложение 2. Способы моделирования Дополнение 1: Примеры перечней сооружений и систем, отнесенных к категории 1 Дополнение 2: Гидравлические удары и импульсные эффекты в объемах с жидкостями
	Формы испытательного воздействия		
	Документация		
	Общие положения		
6.5	Квалификация аналитическим методом		
	Квалификация путем испытания		
7	Распространение результатов		В разделе испытаний:
7.1	испытаний опытных образцов		
7.2	на серийную продукцию		— испытания предварительные
	Приложение А: Квалификация на основе опыта конструктивно-технологических аналогов		— определение динамических характеристик
7.3			
7.4	Введение		— испытания для кодирования (присвоения кода)
	Априорные данные		
	Подобие		

[1] Обозначения пунктов указаны по стандарту МЭК 60980:1990 и публикации МАГАТЭ 50-SG-D15:1992.

Е.2.3 Согласно МАГАТЭ 50-SG-D15 оборудование АС делят на две категории:

Категория 1 — конструкции и системы, отказ которых может вызвать:

а) аварию или несчастный случай;

б) последствия, косвенным образом влияющие на ситуации, указанные в перечислении а).

Категория 2 — оборудование и системы, не входящие в категорию 1.

(Продолжение см. с. 67)

МЭК 60980 формально распространяется только на системы безопасности АС, поэтому в нем нет подобных определений.

Е.2.4 В MAFATE 50-SG-D15 установлено два уровня землетрясения:

— SL-1 (S1)[1)] — уровень интенсивности землетрясения, которое может произойти в течение срока службы оборудования; при воздействии землетрясения этого уровня оборудование должно продолжать работать без подстройки и наладки;

— SL-2 (S2)[1)] — уровень интенсивности землетрясения, который применяют для систем жизнеобеспечения сооружения; в процессе воздействия землетрясения этого уровня не должно происходить отказа указанных систем.

В МЭК 60980 и MAFATE 50-SG-D15 не определены ни значения ускорений, соответствующих указанным уровням, ни соотношения между этими ускорениями. В MAFATE 50-SG-D15 указано, что рекомендуемый минимальный уровень этих ускорений должен составлять 1 м/с^2 (0,1 g). См. также приложение Б ГОСТ 30546.2.

Уровень интенсивности землетрясения SL-2 рекомендован при механических расчетах и испытаниях оборудования категории 1.

Е.2.5 В МЭК 60980 при описании способа сейсмической квалификации путем испытаний приведены рекомендации по выбору различных видов и форм вибрационных испытательных воздействий, в том числе рекомендация по испытанию воздействием синусоидальной вибрации методом качающейся частоты с логарифмической разверткой со скоростью 1—2 октавы в минуту, или методом, соответствующим воздействию жесткой части акселерограммы, продолжительностью воздействия 10 с.

Никаких других конкретных рекомендаций по значениям ускорения и формам испытательных воздействий не приведено.

В MAFATE 50-SG-D15 приведены аналогичные рекомендации, но с менее подробным перечнем форм испытательных воздействий. См. также Е.1.1.

Е.2.6 В MAFATE 50-SG-D15 при рассмотрении вопросов сейсмического проектирования отмечено, что при расчете прочности изделий наряду с сейсмическими воздействиями в ряде случаев необходимо учитывать механические воздействия, возникающие при эксплуатации изделий. Однако никаких конкретных рекомендаций не приведено. В МЭК 60980 подобные рекомендации также приведены только в общей форме. Аналогичное требование приведено в 5.5 настоящего стандарта.

Кроме того, в настоящем стандарте приведены конкретные соотношения между требованиями по сейсмостойкости и требованиями по механическим ВВФ при эксплуатации, установленными для групп механи-

[1)] В скобках указаны обозначения по публикации МЭК 60980:1990.

(Продолжение см. с. 68)

ческого исполнения по ГОСТ 30631 (см. приложение В). При этом установлена возможность не проводить полностью или частично испытание на сейсмостойкость, если требования по эксплуатационным механическим ВВФ равны или превышают требования по сейсмостойкости.

Е.2.7 Таблицы В.1, В.3—В.5 могут быть применены для установления соотношений между требованием по сейсмостойкости и группами механического исполнения при эксплуатации по МЭК 60721—3—3 и МЭК 60721—3—4 в той мере, в какой указанные в таблицах В.1, В.3—В.5 настоящего стандарта группы механического исполнения по ГОСТ 30631 соответствуют группам механического исполнения по МЭК 60721—3—3 и МЭК 60721—3—4 в части вибрационных воздействий. Степень соответствия между указанными группами механического исполнения и классами механических воздействий — по ГОСТ 30631, приложение.

При этом необходимо учитывать следующее:

- согласно ГОСТ 30631 для соответствующей группы механического исполнения значение ускорения в начальной части спектра требований по синусоидальной вибрации совпадает со значением ускорения в начальной части спектра сейсмического воздействия по настоящему стандарту;

- согласно МЭК 60721—3—3 и МЭК 60721—3—4 значение ускорения в начальной части спектра требований по синусоидальной вибрации в диапазоне частот до 2 Гц не определено, в диапазоне частот от 2 до 9 Гц определяется значением ускорения, которое соответствует нормированному в этом диапазоне постоянному значению перемещения при синусоидальной вибрации. Это ускорение существенно меньше, чем соответствующее значение сейсмического воздействия в этом диапазоне частот.

Таким образом, если максимальное значение ускорения сейсмического воздействия для соответствующих условий применения и интенсивности землетрясения совпадает с максимальным значением ускорения синусоидальной вибрации при эксплуатации, то использование изделий соответствующей группы механического исполнения по ГОСТ 30631 означает, что это изделие одновременно удовлетворяет соответствующим требованиям по сейсмостойкости. При использовании же изделий по соответствующей группе механического исполнения по МЭК 60721—3—3 или МЭК 60721—3—4 необходимо предъявление дополнительных требований по сейсмостойкости.

Е.3 Сравнительная характеристика грунтовых условий по [8] и [5]

Е.3.1 В таблице Е.2 приведено сравнение описания профилей грунтов по [5] с категориями грунтов по [8].

(Продолжение см. с. 69)

Таблица Е.2

Профили грунтов по [5]	Категории грунтов по [8]
S_1 — скальные породы любой характеристики как сланцевой, так и кристаллической природы (такие материалы могут характеризоваться скоростью распространения продольных волн более 750 м/с) или же расположенные на скальном основании твердые осадочные грунты глубиной менее 60 м, состоящие из песка, гравия или жестких глин	I — скальные грунты всех видов (в том числе вечномерзлые и вечномерзлые оттаявшие) невыветрелые и слабовыветрелые; крупнообломочные грунты плотные маловлажные из магматических пород, содержащие до 30 % песчано-глинистого заполнителя; выветрелые и сильновыветрелые скальные и нескальные твердомерзлые (вечномерзлые) грунты при температуре минус 2 °С и ниже при строительстве и эксплуатации по принципу I (сохранение грунтов основания в мерзлом состоянии)
S_2 — глубокие без связующих или состоящие из жестких глин грунты, в том числе расположенные на скальном основании твердые осадочные грунты глубиной до 60 м, состоящие из песка, гравия или жестких глин	II — скальные грунты выветрелые и сильновыветрелые, в том числе вечномерзлые, кроме отнесенных к I категории; крупнообломочные грунты, за исключением отнесенных к I категории; пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности маловлажные и влажные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности маловлажные; глинистые грунты с показателем консистенции $I_L \le 0,5$ при коэффициенте пористости $e < 0,9$ — для глин и суглинков, и $e < 0,7$ — для супесей; вечномерзлые нескальные грунты пластичномерзлые или сыпучемерзлые, а также твердомерзлые при температуре выше минус 2 °С и ниже при строительстве и эксплуатации по принципу I

(Продолжение см. с. 70)

Окончание таблицы Е.2

Профили грунтов по [5]	Категории грунтов по [8]
S_3 — мягкие или средней твердости глины, а также пески, характеризующиеся 9-метровыми прослойками мягких или средней твердости глин, содержащие или не содержащие промежуточные слои песка или другого несвязанного грунта	III — пески рыхлые независимо от влажности и крупности; пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности водонасыщенные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности влажные и водонасыщенные; глинистые грунты с показателем консистенции $I_L > 0,5$; глинистые грунты с показателем консистенции $I_L \leq 0,5$ при коэффициенте пористости $e \geq 0,9$ — для глин и суглинков и $e \geq 0,7$ — для супесей; вечномерзлые нескальные грунты при строительстве и эксплуатации по принципу II (допущение оттаивания грунтов основания)
S_4 — мягкие глинистые или илистые осадочные грунты глубиной более 20 метров, характеризующиеся скоростью распространения поперечных волн менее 120 м/с	

Е.3.2 Ниже приведено сравнение частот и коэффициентов динамичности для точек перегиба и крайних точек спектра воздействия для разных грунтов.

Для грунтов всех категорий коэффициент динамичности при 30 Гц равен 1; в точке перегиба при 10 Гц (точка перегиба 1) коэффициент динамичности становится равным 2,5. В точках перегиба при частотах меньше 10 Гц (точки перегиба 2) значение коэффициента динамичности уменьшается.

Для грунтов по [8] точки перегиба 2 расположены:

- для грунтов категорий I и II при 2,5 Гц;
- для грунта категории III — при 1,2 Гц;
- при частоте приблизительно 0,5 Гц коэффициент динамичности достигает значения приблизительно 1.

Для грунтов по [5] значения точек перегиба 2 расположены:

- для грунтов категорий S_1, S_2, S_3, S_4 соответственно при 3,5 Гц; 3 Гц; 2,5 Гц; 2 Гц.

При частоте 0,5 Гц коэффициент динамичности достигает значения приблизительно 0,15.

(Продолжение см. с. 71)

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(справочное)

Библиография

[1] MSK-64 Шкала сейсмической интенсивности MSK-1964

[2] EMS-98 — «Европейская макросейсмическая шкала», 1998, Европейская сейсмологическая комиссия, Люксембург

[3] ПН АЭ Г-1—011—89 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ-88) — Госатомэнергонадзор СССР — М.: Энергоатомиздат, 1989

[4] ПН АЭ Г-5—006—87 Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций — Госатомэнергонадзор СССР — М.: Энергоатомиздат, 1989

[5] FEMA 96/1988 Рекомендуемые положения по разработке сейсмического регулирования для новых строений Национальной программы уменьшения опасности землетрясения. Часть 2. Комментарии — Федеральное агентство по управлению в чрезвычайных ситуациях США, октябрь, 1988 г.

[6] Карта сейсмического районирования СССР. С пояснительной запиской. — М.: Наука, 1989

[7] Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации — ОСР-97. — Объединенный институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН — М., 1998

[8] СНиП II-7—81 Строительные нормы и правила. Часть II. Нормы проектирования. Глава 7. Строительство в сейсмических районах».

(ИУС № 4 2005 г.)

Редактор *Л.В. Афанасенко*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Н.И. Гаврищук*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 24.12.98. Подписано в печать 04.02.99. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,85.
Тираж 255 экз. С1869. Зак. 86.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. "Московский печатник", Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru